M-3 小型电子計算机

B. B. 培雷斯基等著

中 国 科 学 院

計算技术研究所譯

科 学 出 版 社

1959

В. В. Бельнский и др.

МАЛОГАБАРИТНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА М-3

Филиал всесоюзного института
научной и технической информации

Москва 1957

内 容 簡 介

本書詳細介紹苏联 M-3 小型通用电子数字計算机的綫路、元件、特性、技术指标及使用方法等。本書共分十章．第一、二章先对 M-3 計算机的全貌及各部件之間的联系作了簡要的闡述，并系統地介紹了該机的算术运算和邏輯运算的基本原理及完成的方法．第三章介紹元件和电路，对触发器、單稳多諧振盪器、門、二极管邏輯电路等基本元件的原理、技术要求、参数作了具体的說明与分析，并用脈冲时間图說明計数器、移位寄存器的邏輯性能．第四、五、六章分別介紹 M-3 的运算器、程序发送器及存貯器，各章都附有詳細的邏輯电路及脈冲时間图，对运算器、程序发送器及存貯器的工作原理、在完成指令时各个部件的作用与动作情况作了全面的敍述．第七、八、九三章分別介紹 M-3 的輸入輸出設备、电源及外形結構．最后第十章說明 M-3 的指令系統、程序設計、維护及校驗方法．

此書可供各地仿造 M-3 小型計算机及研制其它小型計算机的工程技术人員参考之用，并可供高等院校計算机及計算数学專業师生参考之用．

M-3 小型电子計算机

B. B. 培雷斯基等著

中 国 科 学 院

計算技术研究所譯

*

科 学 出 版 社 出 版（北京朝陽門大街117号）

北京市書刊出版業营業許可証出字第061号

中国科学院印刷厂印刷　新华书店总經售

*

1959年5月第一版　　書号：1747　字数：81,000

1959年5月第一次印刷　　开本：850×1168 1/32

（京）00001-16,000　　印張：3 1/4　插頁：5

定价：（9）0.50元

譯　序

本書介紹的 M-3 計算机是苏联科学院控制机和控制系統实驗室积累多年的研究成果和制造經驗所創造的一种小型电子数字計算机。这机的性能优良，工作可靠，使用方便，在苏联認为值得向国內外推荐的小型計算机。

本書譯成中文后，原作为仿制和学习苏联先进經驗的資料。大跃进中各地学校和研究机構紛紛来信索取，因当时譯印数量有限，不能滿足各地要求。現已征得苏联全苏科学技术情报研究所的同意，經复校后交出版社印行，以应各地关心計算技术发展和热心学习苏联先进經驗者的需要。

本書的緒論以及第一章和第九章介紹 M-3 計算机的总体結構、各組成部分的布置和相互联系；第二章簡述 M-3 計算机做算术和邏輯操作时的数理；第三章至第八章詳敍各組成部分的工作原理；第十章敍述使用步驟幷举例說明解題程序。全書內容精詳完整，淺显易懂，初学者只需略具无綫电基本知識卽能領会。

原書完成于 1957 年；年来苏联在 M-3 計算机上又作了很多研究与改进，如加添快速存貯器等，但主体和重要原理方面幷沒有多大出入，故仍妥原文譯印。

本書是中国科学院計算技术研究所編譯室全体同志突击翻譯出来的，虽經所內許多同志的校对，但錯誤仍在所不免，希望讀者随时指正。

莫　根　生

1959 年 3 月

目　録

緒論 …… 1

第一章　在各种工作情况下，計算机各部分間的相互关系 …… 4

§1. 原始数据的輸入和存貯器的工作 …… 4

§2. 程序发送器和存貯器的自动执行程序 …… 5

§3. 运算器內进行的操作 …… 6

第二章　算术操作和邏輯操作 …… 9

§1. 原碼、反碼和补碼 …… 9

§2. 加法 …… 10

§3. 二数絕对值的比較 …… 12

§4. 减法 …… 12

§5. 乘法 …… 14

§6. 除法 …… 16

§7. 邏輯乘法 …… 19

§8. 变形的加法和减法　对符号的操作 …… 19

第三章　电路和部件的元件 …… 21

§1. 触发器 …… 21

§2. 單稳多諧振盪器 …… 23

§3. 整形器 …… 23

§4. 門 …… 24

§5. 二极管邏輯电路 …… 25

§6. 阴极跟随器 …… 27

§7. 方框图和时間图的表示方法 …… 27

§8. 脈冲計数器 …… 29

§9. 触发器間傳送信息的方法 …… 31

第四章　运算器 …… 34

§1. 一般特性 …… 34

§2. 执行基本操作时运算器的工作情况 …… 35

第五章　程序发送器 …… 41

§1. 程序发送器的功用和組成 …… 41

§2. 局部程序发送器 …… 41

§3. 操作器 …… 44

§4. 起动寄存器和选擇寄存器 …… 45

§5. 脈冲分配器……47
第六章 存貯器……48
§1. 一般特性……48
§2. 存貯器写数和讀数的工作情况……48
§3. 磁鼓……49
§4. 写讀放大器……51
§5. 标誌脈冲和零脈冲 选擇地址的方法……52
§6. 存貯控制器……54
第七章 輸入和輸出数据的設备……55
§1. 代碼的輸入 帶的凿孔……55
§2. 发送器……59
§3. 輸入时各部件的工作情况……59
§4. 代碼的輸出……61
§5. 輸出时电傳打字机的工作情况……64
§6. 輸出时各部件的工作情况……67
§7. 輸入輸出計数器……68
§8. 电子輸出器……68
第八章 M-3 計算机的电源……71
§1. 电源系統……71
§2. 发电机組……72
§3. 电源柜……73
§4. 整流器……73
§5. 稳压器……74
§6. 保护电路……75
§7. 电压指示器……75
第九章 M-3 計算机的結構……77
§1. 結構和布置……77
§2. 控制器件……79
第十章 M-3 計算机的使用……85
§1. 編碼方式和程序的組成……85
§2. 簡易例題的程序設計……86
§3. 数据的准备和紙帶凿孔……88
§4. 电源的接通与切断……88
§5. 程序和原始数据的輸入……90
§6. 执行計算和輸出結果……91
§7. 工作中檢查……91
附录 I 主要技术特性……94
附录 II M-3 計算机的操作碼……95

緒 論

求解科学和技术問題而进行大量計算时，計算过程的自动化有重要的意义。为此，現今有效地运用工作效率比人工要高出几千几万倍的电子数字計算机。

大型电子計算机（如“箭牌”計算机）需要很大的維护費用和特殊的运轉条件（大房間、特殊电源和冷却設备等）。小型計算机的工作效率虽然比較低，但是沒有上述缺点，因此它們也被广泛采用。

M-3 計算机是苏联科学院控制机和控制系統实驗室（ЛУМС АН СССР）和苏联国家計委会电气工業科学研究所合作研制的成果。它的設計方案是由苏联科学院控制机和控制系統实驗室提出，再与苏联国家計委会电气工業科学研究所共同完成；后由苏联国家計委会电气工業科学研究所按設計制成[1]。

M-3 計算机是通用小型电子計算机，按其使用特性可供科学研究所与設計局应用；能解綫性或非綫性的常微分方程和偏微分方程；含有多个未知数的綫性方程組；代数方程和超越方程等等題目。

当存貯器里放不下問題的全部数据时，只要降低工作的速度，計算机就可解任何复杂問題。

在 M-3 計算机里广泛的使用了半导体元件。机器主要的邏

---

1) 制定綫路，設計与各个阶段的調整工作的参加者有：普尔日也姆斯基（Ю. Б. Пржиемский），道洛霍娃（Н. А. Дорохова），扎尔金（А. Б. Залкинд），达涅托夫（Г. И. Танетов），奧符察里柯（В. Н. Овчаренко），雅柯夫萊夫（А. Я. Яковлев），梅里克-沙赫那扎罗夫（Б. Б. Мелик-Шахназаров），托尔馬索夫（А. П. Толмасов），巴特里凱也夫（А. Н. Патрикеев），莫洛佐夫（В. А. Морозов），莫洛佐夫（А. П. Морозов），斯克里普金（И. А. Скрипкин），皮皮諾夫（А. В. Пипзнов），謝苗諾娃（В. Н. Семенова）.

整个工作是在苏联科学院通訊院士布魯克（И. С. Брук）总的領导下进行的.

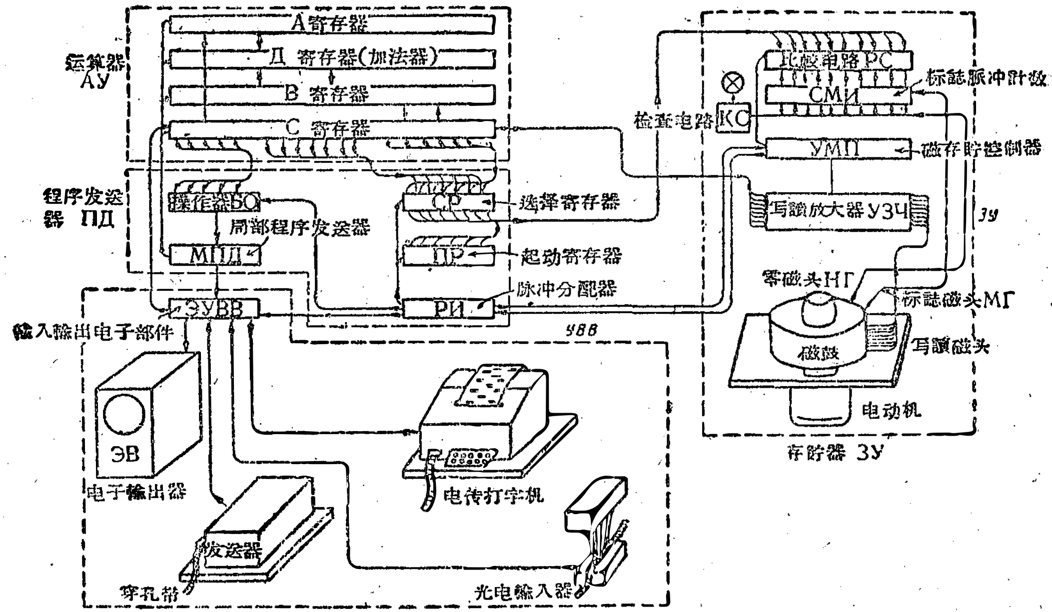

运算器
АУ
A寄存器
Д 寄存器(加法器)
B 寄存器
C 寄存器
程序发送器 ПД
操作器БО
局部程序发送器
МПД
СР
选择寄存器
ПР
起动寄存器
РИ
脉冲分配器
ЭУВВ
输入输出电子部件
УВВ
ЭВ
电子输出器
发送器
穿孔带
电传打字机
光电输入器
检查电路
КС
比較电路РС
СМИ
标誌脉冲計数
УМП
磁存貯控制器
写讀放大器 УЗЧ
ЗУ
零磁头НГ
标誌磁头МГ
写讀磁头
磁鼓
电动机
存貯器 ЗУ

图1　M-3 計算机的簡图

輯元件是半导体二极管做成的非符合譯碼器，很多計算和控制綫路都用到了它。專为这个計算机研制了小型的写数磁头和經济的写数和讀数脈冲电路。这計算机由几个不同的柜子所組成，每个柜子是自成一体的大部件，旣便于改进机中某些部分，又便于运輸和分裝在不同的房間。机內具有自給的电源。

机器由四个主要部分組成：运算器 AУ，程序发送器 ПД，存貯器 ЗУ 和輸入輸出設备 УВВ（見图 1）。

計算机工作时运算器 AУ 是用来对数进行算术和邏輯操作。

在存貯器 ЗУ 里存有計算时所必需的原始数据，并有中間和最后計算結果；此外，在存貯器 ЗУ 里还存有解題的程序，也就是确定对数进行基本操作（如加、減等等）的順序的一組指令。

輸入輸出設备 УВВ 是用在解題开始前和計算过程中向机器輸入原始数据，程序指令，以及用来輸出（打印）最后結果。

控制器（程序发送器 ПД）是用来控制其它部分。程序发送器 ПД 按順次指令中的命令向存貯器 ЗУ 里找出所需要的数，确定对該数进行什么操作，控制运算器进行預定的操作，送計算結果到存貯器 ЗУ，必要时送到輸出設备。

在程序发送器 ПД 和运算器 AУ 的所有寄存器中都是用触发器来存貯二进位的信息。

寄存器的每一个二进制位是由存貯二进位数的触发器和接收信息到触发器的門所組成的。

第　一　章

在各种工作情况下，計算机各部分間的相互关系

§1. 原始数据的輸入和存貯器的工作

編成数碼形式的数据和解題程序(依据第十章 M-3 計算机的使用所指出的規則)，用凿孔机打在紙帶上，輸送到运算器的 C 寄存器內。在向 C 寄存器輸入每个数的同时，把这数的地址(貯存該数的存貯器單元的号碼)輸送到选擇寄存器 CP 內，或者利用程序自动把这数的地址送到选擇寄存器 CP 內。这兩个寄存器都和存貯器 ЗУ 相連：C 寄存器与存貯器 ЗУ 的写讀放大器相連；选擇寄存器 CP 与存貯器 ЗУ 的比較电路 PC 相連。

在标誌磁头 MГ 下面沿磁鼓的一周，共記录 2,048 个脈冲。于是，磁鼓的一周就被标誌磁头分为 2,048 个單元。标誌脈冲計数器 CMИ 数着来自标誌磁头 MГ 的脈冲，找出存貯器 ЗУ 中所需要的單元。

在最后一个标誌脈冲和第一个标誌脈冲之間，由零磁头 HГ 送出的特殊脈冲(“零”脈冲)清除标誌脈冲計数器 CMИ。

沿着磁鼓的磁道，設置了一組 31 个写讀磁头(按位数的数目)来写或讀存貯器單元的数。每一磁头都有一个写讀放大器 УЗЧ，这个放大器是与 C 寄存器的相应位相接的。

每一瞬間处在磁头下面的存貯器單元的号碼，就是地址，被送到标誌脈冲計数器 CMИ 去。当选擇寄存器 CP 內的地址与标誌脈冲計数器 CMИ 內当时的地址符合时，比較电路 PC 就給出脈冲；这个脈冲送入第 1 到第 31 号磁头的写讀放大器中。依照 C 寄存器相应位內的二进位数(0 或 1)，放大器把正电流或負电流送入各

自的磁头內，这电流就把磁头下面的磁鼓表面，部分磁化到正方向或反方向。

这样一来，如果从輸入輸出設备 УВВ 輸入的数已放在 C 寄存器內，而且它的地址已放置在选擇寄存器 CP 內，只要向存貯控制器 УМП 送入写数命令，則这数就被写到磁鼓的相应單元中。写数命令的輸入是以特殊代碼的形式凿在穿孔帶上，当紙帶通过发送器或光电輸入器时，这些数据就自动傳送到存貯器 ЗУ 所需的單元內。

从存貯器 ЗУ 选取数是以下列形式进行的：把需要讀出的数的地址記在选擇寄存器 CP 內，送讀数命令到存貯控制器 УМП 內。与写数时一样，当选擇寄存器 CP 和标誌脈冲計数器 СМИ 中的地址相符合时，比較电路 PC 就給出脈冲，送到讀数放大器去。

依照各磁头讀出的信号的极性，符合脈冲通过或者是不通过放大器門的輸出綫路，而达到 C 寄存器相应位的触发器，并將它建立成需要的狀态。这样一来，从存貯器 ЗУ 中讀出的数，就表示在 C 寄存器內。

§ 2. 程序发送器和存貯器的自动执行程序

在解題过程中，程序发送器 ПД 向存貯器 ЗУ 提取指令，譯出代碼 操縱机器。因此，程序发送器 ПД 决定：送到运算器的数应从哪里选取，对数进行哪种操作，計算結果从运算器 АУ 傳送到哪里去，下一个指令保存在存貯器 ЗУ 的哪一个地址。

把程序的第一个指令的地址放置于起动寄存器 ПР 后，以后的計算就自动进行。在程序发送器 ПД 內的每一个指令都分成八个节拍来实施的。每一节拍中，脈冲分配器 РИ 先送出适当的命令脈冲到机器的有关部分，再从这些部分接收做完这些命令的回答脈冲。仅在收到回答脈冲后才繼續做下一节拍。

第一拍时，从起动寄存器 ПР 傳送指令地址到选擇寄存器 CP，脈冲分配器 РИ 把讀数命令送到存貯控制器 УМП。

第二拍时，从存貯器 ЗУ 中取出的指令放到 C 寄存器。

第三拍时，把起动寄存器ПР内的指令地址加上1。通常指令都是依次提取的，只有轉移指令才能改变这个順序。此外，在第三拍时，送指令的操作碼到操作器БО，同时送指令的第一地址(第一个数的地址)到选擇寄存器CP；脈冲分配器РИ再一次把讀数命令送到УМП。

第四拍时，脈冲分配器РИ把指令的第二地址(第二个数的地址)从C寄存器送到选擇寄存器CP，此后，第一个数就被送到C寄存器。

第五拍时，脈冲分配器РИ把第一数从C寄存器傳送到A寄存器，并送出讀数命令。

第六拍时，从存貯器ЗУ取出第二数并送到C寄存器。

第七拍时，脈冲分配器РИ把第二数从C寄存器送到B寄存器，并送出操作命令。

操作器БО接承脈冲分配器РИ所发出的操作命令，在紧跟着的第零拍中，推动局部程序发送器МПД送出一連串脈冲到运算器АУ的控制綫路去执行某一項預定的操作(例如加、乘等)。完成操作后，局部程序发生器МПД发写数命令，把保存在C寄存器的运算結果，按选擇寄存器CP内所記的指令第二地址，送到存貯器ЗУ去。在这以后，脈冲分配器РИ就轉去执行下一指令。

上面所述順序是相当于执行操作碼为00, 01, 02, 03, 06的指令(即加、減、除、乘和邏輯乘)。做其它操作碼的运算时可能不讀第二数，不写数等等，也可以用另外的形式来执行数的傳送、条件轉移和无条件轉移的指令。

§3. 运算器内进行的操作

运算器АУ内完成的基本操作是兩数的相加。有了改变A和B寄存器中的数为补数的設备，使得运算器АУ也能做減法。B和C寄存器能向左右兩面移位，使运算器АУ可做乘法和除法。

加法时，A和B寄存器中的数相加，相加的結果送到原来放被加数的B寄存器。

加法器Д的触发寄存器是为形成进位用的。加法是并联完成的；每一位皆有相同的邏輯綫路，这些邏輯綫路按二进位加法的規則把A，B和Д寄存器中各位的数字的組合进行譯碼．然后把它們的和数送到B寄存器中的各位。

减法时，B寄存器內放被减数及形成的差数。A寄存器內保存减数，这减数需在这寄存器內轉变成补碼。

乘法时，B寄存器內累加乘积。被乘数放在A寄存器內，乘数則放在C寄存器內，由向右移位的乘数位来控制B寄存器內的部分乘积的累加。

除法时，B寄存器內放被除数，A寄存器放除数，并在这寄存器內轉变成补碼，除法是以連續的試探和减法来完成的。所得的商数在C寄存器中移位。最后在B寄存器內形成的数是乘以 2^{30} 的余数。

邏輯乘法(由数中抽出一組数位）按下列形式进行：在A寄存器內放“分出数”(这数中有“1”的数位决定抽取另一数的相应位的数字)。在A寄存器的位数上有“1”时，C寄存器相应位上的数字就保持不变。在A寄存器的位数上有“0”时，那么C寄存器相应位就要置于“0”狀态。

上述的各算术和邏輯操作，可以一直到按已經操作过的第二个数的地址写入結果后才結束。

此外，每次操作的結果在B寄存器中能一直保存到接收新数为止。第一，这样就不必把中間結果送入存貯器ЗУ，可利用B寄存器来作存貯中間結果的补助存貯單元（当上次运算結果在下次运算时要应用时）.因此，能减少向存貯器存貯的次数，从而提高計算机的工作速度。这种操作称作“累加操作”，可以用适当的形式来編碼。

第二，必要时，可不按照第二个数的地址，而是按另外的某一个地址来写入結果。根据任意地址来写入結果是由无条件轉移操作来进行的，同时它能轉移执行不按地址排列順序的下一道指令。

无条件轉移操作也象条件轉移和数的傳送操作一样，不在运

算器AУ中执行任何运算。做无条件轉移时，上次运算的結果从B寄存器送到C寄存器，并按照所需的地址写入。从一个單元向另一單元做数的傳送时，从存貯器ЗУ讀出的数保存在C寄存器內一直到按新地址向存貯器ЗУ写数时为止。做条件轉移时，根据B寄存器內所保留的上次操作的数的符号，向起动寄存器ПР或者送当前指令的第一地址，或者送第二地址。

把命令送往輸入輸出設备，从而执行輸入或輸出操作。当运算的結果記入存貯器ЗУ时，利用C寄存器連續向高位方向移位的办法，一位接一位地用电傳打字机印出結果。每一个輸入操作，可使发送器或光电輸入器把紙帶上的一个数輸进計算机的存貯器ЗУ。

第 二 章

算术操作和邏輯操作

M-3 計算机采用定点的二进位記数制。在机器內进行操作的所有数值的絕对值应小于1，或者說，在机器內按單位模数进行計算，卽加上任一整数后，原数不变。举例来說，設 a 是机器內表示的数，则 $|a|+m=|a|$，其中 m 是任意整数。一旦中間計算結果等于或大于1时，就自动中断計算而停机。

在运算器和控制器中采用触发單元和寄存器来存放数和表示代数符号。

在这一章里敍述 M-3 計算机所采用的在幷联运算器內执行算术操作和邏輯操作的一种方法。

§1. 原碼、反碼和补碼

所有的数都可以用原碼、反碼和补碼来表示。原碼是表示数的原来形式，在 M-3 計算机中作为基本数碼。反碼对二进制而言是把原碼所有的1代以0，0代以1。要得到按模数小于1表示的数的补碼，需要从1减去用原碼表示的数。例如原碼表示为：

$$a_{\text{пр}}=01101;$$

这数的反碼表示为：

$$a_{\text{обр}}=10010;$$

这数的补碼表示为：

$$a_{\text{доп}}=10011.$$

由此可见，要得到补碼，必須在表示为反碼的数的最后一位加上1。

因此

$$|a_{\text{доп}}|=1-|a_{\text{пр}}|, \quad |a_{\text{доп}}|=|a_{\text{обр}}|+2^{-n},$$

其中 n 是采用的位数。

在 M-3 計算机的运算器中，可以把放在 A 或 B 寄存器內的数改成补碼，最后位的加 1，是把 Д 寄存器的最后一位触发器置于“1”狀态。

§2. 加 法

加法是运算器的基本操作。实际上，其它的算术运算都可归結为加法。

最好通过一个例子来导出加法规則。把两个五位的二进位数相加：

$$\begin{array}{r} 0.0110 \\ +\ 0.0111 \\ \hline 0.1101 \end{array}$$

在进行按位相加时，要考虑两个相加数的对应位，同时也要考虑来自前一低位的进位；并且，进位数应当在相应位进行求和之前形成。

在运算器內，两个相加的数放在 A 和 B 寄存器中，二进位的进位数在 Д 寄存器中形成，用改变 B 寄存器中所放的被加数的方法求得和数。

因而，在做加法时各寄存器內的数分配如下：

加数	0.0 1 1 0	—— A 寄存器
进位数	0.1 1 0 0	—— Д 寄存器
被加数	0.0 1 1 1	—— B 寄存器
和数	0.1 1 0 1	—— B 寄存器

我們現在来討論三个寄存器中同一数位的各种可能的組合狀态（見表 1）。

根据这表，可以得出下列二条在运算器內做加法的邏輯規則：

1. 求和时，如果 A 和 Д 寄存器的同一位触发器处于不同狀态，則必須改变 B 寄存器內这一位触发器的狀态；如果 A 和 Д 寄存器的触发器处于同一狀态，則 B 寄存器內这一位触发器的狀态无須

改变。

表 1

A 寄存器 加数	Д 寄存器 来自低位的 进位数	B 寄存器 被加数	B 寄存器 和数	Д 寄存器 向下一高位的 进位数
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

2. 形成进位数时，如果A,B和Д寄存器的同一位触发器中有兩个处于“1”状态，则必須把Д寄存器的下一高位触发器置于“1”的狀态；如果A,B和Д寄存器的同一位触发器中有兩个或三个处于“0”狀态，则下一高位触发器也应置于“0”狀态。

做加法时，可能得到等于或大于1的和。

例如：

A寄存器	0.	1	0	1	0	
Д寄存器	1.	0	1	0	0	
B寄存器	0.	1	0	1	1	
B寄存器	1.	0	1	0	1	和数超过1。

形成和数前，根据寄存器Д的最高一位触发器是否有进位，就可以知道和数等于或大于1.这个触发器称为Д寄存器的零位触发器T-0-Д，如果存放在A和B寄存器中的兩数之和等于或大于1，则它处于“1”狀态；反之，则处于“0”狀态。因此，在做加法时触发器T-0-Д出現“1”，就应当停止計算。

在做加法时可能发生这种情况，即最低一位形成的进位会一直进到最高位。例如：

A寄存器	0.	1	0	0	1	1
Д寄存器	1.	1	1	1	1	0
B寄存器	0.	0	1	1	0	1

在这种情况下和数等于1，所以加法就不能进行。

全部进位所需的时間是計算机的一个很重要的指标，它在頗大程度上决定加法的速度，从而也决定其它操作的速度。每当接着做下一个操作之前，必須檢查触发器T-0-Д的狀态，这就得花費一定的时間。

§3. 二数絕对値的比較

比較是减法与除法操作的組成部分。二数的比較要用到A，B和Д寄存器。把A寄存器中的数取补数，然后根据触发器T-0-Д的狀态就可以知道那个数較大。

設a为放在A寄存器中的数，b为放在B寄存器中的数。

a在A寄存器中取补碼后，則为

$$|a'|=1-|a|.$$

$|a'|$与$|b|$的和为

$$S=|a'|+|b|=1-|a|+|b|=1-(|a|-|b|)$$

当 $|a|>|b|,\quad S<1;$

当 $|a|<|b|,\quad S>1;$

当 $|a|=|b|,\quad S=1.$

所以，把放在A寄存器的数取补碼后，如果触发器T-0-Д处于“1”的狀态，則表示$|a|\leqslant|b|$；如果是“0”狀态，則$|a|>|b|$。

在比較二数时，除了把其中一个数取补碼以外，无須对二数本身进行操作，就使得除法大为簡化。这是M-3計算机的运算器綫路的特点。

§4. 减　　法

做减法时，被减数$|b|$存放在B寄存器，减数$|a|$存放在A寄存器內，差数在B寄存器中形成。

如果 $|b|>|a|$，在运算器 AУ 中作 $|b|-|a|$ 的减法；如果 $|a|>|b|$，則作 $|a|-|b|$；因此减法可以是 $|a|$，$|b|$ 二数的任意組合。

求二数之差是把被减数与减数的补数相加。为了决定 a 或 b 哪一数的絕对值較大，在相减之前先要进行比較。

做减法的次序如下：把 a 数放在 A 寄存器，b 数放在 B 寄存器，取 a 的补数。

因二数之和应为：

$$S=|b|+1-|a|=1+(|b|-|a|).$$

当 $|b|>|a|$ 时，$S>1$，于是触发器 T-0-Д 轉为"1"的狀态，这表示立刻可进行数的加法。

如果 $|a|>|b|$，則 $S<1$；触发器 T-0-Д 处于"0"狀态，这时必須进行第二次求补数操作，为此，又在 A 和 B 寄存器取二数的反碼，接着相加，同时需將相加結果的代数符号改变为相反的符号。

下面二个例子可以表明减法的規則：

例 1. $|b|>|a|$

寄存器	数	
B A	0.01011 00101	操作开始前寄存器的狀态
B Д A	0.01011 1.10111 11010	取 A 寄存器中的 a 数为补数
B	0.00110	做加法操作，差数 $|b|-|a|$ 在寄存器 B 中形成

例 2. $|b|<|a|$

寄存器	数	
B A	0.00101 01011	操作开始前寄存器的狀态
B Д A	0.00101 0.01011 10100	取 A 寄存器中的 a 数为补数
B Д A	0.11010 1.10111 01011	取 A 和 B 寄存器中 a 数和 b 数为反碼
B	0.00110	做加法操作，差数 $|a|-|b|$ 在 B 寄存器中形成

§5. 乘　　法

M-3計算机做乘法时所用的方法，从实質上来講，与通常十进位数相乘时所用的"豎式"沒有什么差别。被乘数先乘以乘数的最低位，把所得的部分积向右移一位，再加上被乘数乘以乘数右起第二位的部分积，类此一直进行。因为在二进制中，所有的数或者是0，或者是1，所以計算可以归結为：前面部分积之总和按序向右移位之后，如果乘数的相应位是1，則加上被乘数，如果这位是0，則不加。下面一个例子，可以說明这条規則在二进制乘法中的应用。

```
          0.0 1 1 0 0    被乘数
          0.1 1 0 0 1     乘数
   ------------------------------
              0 1 1 0 0
            0 0 0 0 0
          0 0 0 0 0
        0 1 1 0 0
      0 1 1 0 0
   ------------------------------
    0 1 0 0 1 0 1 1 0 0
```

在M-3計算机的运算器中，被乘数放在A寄存器，乘数放在C寄存器，部分积之和在B寄存器中累加。

乘法操作可归結为輪流地向右移动B和C寄存器中的数及把A寄存器中的被乘数加进B寄存器中去，而且加法只有当C寄存器的最末一位的触发器T-30-C处于"1"的狀态时才进行。乘积的位数要比相乘的因子多出一倍，因为累加乘积的寄存器的容量是有限的，所以这些代碼的低位部分都被舍棄。

当B和C寄存器中的数移位时，寄存器B內的乘积舍棄部分可以送到寄存器C的空白單元。乘法結束后在B和C寄存器中得到兩倍長的乘积。但是为了簡化控制系統，在M-3計算机的运算器中乘积的一些低位被舍棄；此时所得的負誤差的絕对值小于最低位的1，在我們这种情况也就是小于2^{-30}。

下例表明作乘法时运算器中信息的轉換。

寄存器	数	
A B C	11011 0.11101 11101	乘法开始前寄存器内数的状态。乘数放在B和C二个寄存器,被乘数放在A寄存器.
A Д B C	11011 0.00000 0.00000 11101	清除(熄灭)B寄存器以便累加乘积. Д寄存器为下一次的相加作好准备.
A B C	11011 0.11011 11101	相加, B寄存器中为第一次部分积.
A Д B C	11011 1.11110 0.01101 01110	把B和C寄存器中的数向右移一位, Д寄存器为下一次相加作好准备.
A B C	11011 0.01101 01110	不相加,因为C寄存器的最低一位是"0"状态.
A Д B C	11011 1.11100 0.00110 00111	把B和C寄存器中的数向右移一位, Д寄存器为下一次相加作好准备.
A B C	11011 1.00001 00111	相加,因为C寄存器的最低一位是"1"状态.
A Д B C	11011 1.00000 0.10000 00011	把B和C寄存器中的数向右移一位, Д寄存器为下一次相加作好准备.
A B C	11011 1.01011 00011	相加,因为C寄存器的最低一位是"1"状态.
A Д B C	11011 1.11110 0.10101 00001	把B和C寄存器中的数向右移一位, Д寄存器为下一次相加作好准备.
A B C	11011 1.10000 00001	相加,因为C寄存器的最低一位是"1"状态。在B寄存器中数是乘积的二倍.
A B C	11011 0.11000 00000	把B和C寄存器中的数向右移一位. B寄存器中的数是乘积.

从上例可以看出，做乘法时，相当于整数的数位（第零位）也必须相加；循环的次数（相加及B和C寄存器內的数右移一位）等于乘数的位数。乘法可以在所有情形下进行，因为所得的乘积总是小于1。

§6. 除　　法

除法与乘法不同，由于运算器所操作的数值的絕对值都应小于1，除法不是在所有情形下都可进行。要使得到的商小于1，必須使被除数的絕对值小于除数。M-3計算机的运算器可以在做除法之前进行这种檢查。除法是輪流地从被除数中减去除数和把被除数向左移位来完成的。做减法的方法前面已介紹过，即把除数的补碼加进被除数或其余数。被除数放在B寄存器，除数放在A寄存器。商数从本身最高一位起逐位地在C寄存器中形成。

用b'_i表示被除数在i次减去除数a后的余数。用b_{i+1}表示余数b'_i向左移一位后的数，此时$b_{i+1}=2b'_i$，即得兩倍的值；

b'_{i+1}表示第$i+1$次减去a后的余数；

$$|b'_{i+1}|=|b_{i+1}|-|a|$$

或用补数运算

$$|b'_{i+1}|=|b_{i+1}|+1-|a|,$$

其中$1-|a|$是a的补数。

是否可以作减法决定于B和Д的第零位触发器T-0-Д和T-0-B的狀态。如果i次移位后，Д寄存器中的触发器T-0-Д处于“1”狀态，而触发器T-0-B处于“0”狀态，这就表示：

$$|b_{i+1}|\geqslant|a|,$$

即可以做减法。如果T-0-B处于“1”狀态，而T-0-Д处于“0”狀态，这时

$$|b_{i+1}|\geqslant 1\geqslant|a|$$

也能进行减法（$|a|\geqslant 1/2$时能出現）。如果二个触发器T-0-Д及T-0-B都处于“0”狀态，則

$$|b_{i+1}|<|a|$$

就不能做减法。

二个触发器的第四种組合是 T-0-Д 与 T-0-B 都处于"1"狀态（这表示 $|b_{i+1}|>1$，同时 $|b_{i+1}|-1>|a|$），除法时不应出現。說明如下：

当前一次余数增大一倍后，如 T-0-B 处于"1"狀态，寄存器 B 中的数为

$$|b_{i+1}|=|2b'_i|>1,$$

但按理

$$|b'_i|<|a|.$$

A 和 B 寄存器中数的和为

$$|b_{i+1}|-1+1-|a|=|2b'_i|-|a|=|b'_i|+(|b'_i|-|a|),$$

而

$$|b'_i|-|a|<0,$$

故 T-0-Д 不应为"1"因为

$$|b'_i|+(|b'_i|-|a|)<1.$$

根据以上所述，可以总結出除法的規則如下：

1. 把除数放到 A 寄存器，被除数放到 B 和 C 寄存器，取除数的补数，这以后就檢查触发器 T-0-Д 的狀态。如果触发器 T-0-Д 处于"1"狀态，不能作除法；如果处于"0"狀态，可以作除法，因而运算器就馬上开始做除法。

2. 除法开始时把被除数及商数向左移一位，这时商数寄存器最低位触发器 T-30-C 处于"0"。移位后如果触发器T-0-Д与T-0-B处于不同的狀态，那末下一步就产生和数（B 寄存器的触发器按以前指出的規則改变其狀态），同时 T-30-C 从"0"变到"1"狀态。如果触发器 T-0-Д 和 T-0-B 处于相同狀态，那末下一步就不产生和数，触发器 T-30-C 仍維持在"0"狀态。

3. B 和 C 寄存器向左移位及产生和数的循环次数等于数的位数。

下面一个例子表明二数相除时运算器內信息的轉換。

寄存器	数	
A B C	11000 0.10011 10011	操作开始前寄存器中数的状态。被除数放在B和C寄存器，除数放在A寄存器。
A Д B C	00111 0.01111 0.10011 10011	在A寄存器中取除数的补数．检查触发器T-0-Д的状态。目前情况是被除数小于除数，触发器T-0-Д处于“0”状态，可以做除法。
A Д B C	00111 0.01111 1.00110 00110	把B和C寄存器中的数向左移一位．检查触发器T-0-Д与T-0-B的状态．触发器处于不同状态。
A B C	00111 1.01110 00111	相加，在C寄存器的最低一位放“1”，即商数的最高位是“1”。
A Д B C	00111 1.11111 0.11100 01110	把B和C寄存器中的数向左移一位，检查触发器T-0-Д与T-0-B的状态．触发器处于不同状态。
A B C	00111 1.00100 01111	相加，在C寄存器的最低一位放“1”。
A Д B C	00111 0.11111 0.01000 11110	把B和C寄存器中的数向左移一位．检查触发器T-0-Д与T-0-B的状态．触发器处于相同状态。
A B C	00111 0.01000 11110	不相加，在C寄存器的最低一位保持“0”。
A Д B C	00111 0.01111 0.10000 11100	把B和C寄存器中的数向左移一位，检查触发器T-0-Д与T-0-B的状态．触发器处于相同状态。
A B C	00111 0.10000 11100	不相加，在C寄存器的最低一位保持“0”。
A Д B C	00111 0.01111 00000 11000	把B和C寄存器中的数向左移一位．检查触发器T-0-Д与T-0-B的状态．触发器处于不同状态。
A B C	00111 1.01000 11001	相加，在C寄存器的最低位放“1”．商数在C寄存器中形成。

§ 7. 邏輯乘法

按下列規則在每位中进行的，与鄰位无关的操作，称为邏輯乘法或“抽数操作”。

1) $1\times1=1$;

2) $1\times0=0\times0=0$。

操作是在各位同时完成的。邏輯乘法用来从一个代碼中抽出一部分数位。在下列情况就需用：修改指令（如調換指令中的地址）；在存貯器的同一單元中写入几个原始或中間数据，这些数据不足三十位并且比三十位小好几倍。

邏輯乘法只对 A 和 C 寄存器中的数进行，B 和 Д 寄存器不参加这种操作。

从下例可以看出运算器中信息轉換的情形。

寄存器	数		
A C	00111 01101	抽出部分	操作前寄存器的狀态.
A C	00111 00101	邏輯乘法結果	邏輯乘法完成后寄存器的狀态.

数的代数符号不参加变换。因为邏輯乘法是可以互換的，所以將数的位置顛倒（数 00111 放在 C 寄存器而 01101 放在 A 寄存器）不影响其結果。

§ 8. 变形的加法和减法 对符号的操作

到此为止，所討論的都是对数模的操作。

現在来討論对数进行操作而同时考虑到符号的附加邏輯規則。

做加减法时，根据数的代数符号的搭配可以有如表 2 的前面三行所列的八种組合。第四欄是实际所执行的操作，而最后一欄是結果的符号。

做减法时，这里先假定 $|b|\geqslant|a|$。根据表 2 可归納出下列二

条做加法减法的邏輯規則。

1. 如果二数的符号相同，則进行原来的操作（加法或减法）；如果二数的符号不同，則变为相反的操作（加法变减法，减法变加法）。

2. 取第二数的符号作为結果的符号。此外前面已經指出，如果 $|a|>|b|$，則在做减法时必須把第二数的符号变为相反符号。

表 2

原来規定的操作	第一数 a 的符号（减数或加数）	第二数 b 的符号（被减数或被加数）	变形的操作	結果符号
加	+	+	加	+
减	+	+	减	+
加	−	−	加	−
减	−	−	减	−
加	−	+	减	+
减	−	+	加	+
加	+	−	减	−
减	+	−	加	−

做乘法除法时，符号規則可以有如表 3 所列的四种組合。

表 3

第一数 a 的符号（被乘数或除数）	第二数 b 的符号（乘数或被除数）	結果符号
+	+	+
+	−	−
−	−	+
−	+	−

根据表 3 可以归納出下列的符号規則：

做乘法除法时，如果第一数的符号为“+”，則取第二数的符号为結果的符号。如果第一数的符号为“−”，則变第二数的符号为相反的符号来作为結果的符号。

本章内所討論的算术运算規則皆在运算器 AУ 和程序发送器 ПД 中执行。

第 三 章

电路和部件的元件

本章敍述 M-3 型自动数字計算机綫路中应用最广，在各部分中常遇到的电路和部件的元件。

§1. 触发器

具有兩个稳定狀态的半波多諧振盪器称为触发器，M-3 計算机中所采用的触发器电路示于图 2。

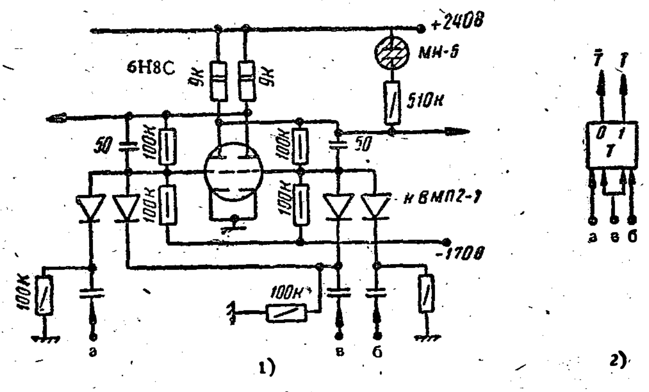


图 2 触发器电路

1)——原理图；2)——方框图中的表示法；a——置触发器为“0”的輸入端；б——置触发器为“1”的輸入端；в——計数輸入端.

接上电压后，其中一个三极管开通，阳极电位下降到 95—100 伏；另一个管子不通，阳极約有 200 伏的高电位。

触发器可以長时間处于这种狀态。使触发器轉換到另一狀态（触发器的翻轉）的方法之一是向开通的管子之柵极（图 2 的 a 或 б 輸入端）送一負脈冲。这时所产生的雪崩式过程导致綫路“翻轉”。

为了发生雪崩式过程，經开通管子放大并給到截止管子柵极的脈冲必須有足够大的幅度，以使截止的管子开通。实际上采用的脈冲的幅度很大（40—60伏）。与管子柵极相接的氧化銅二极管KBMП-2-7使触发器的柵极回路和脈冲源电路隔离开。翻轉后，二极管的阳极电位比它的阴极低20伏，二极管就不通。

如果我們需要把触发器翻轉到与它原来狀态相反的狀态时，可把脈冲給到图2所示的公共輸入端B。这輸入端叫触发器的計数輸入端。脈冲首先进入到开通管子的柵极，此后就开始了雪崩式的过程。如果脈冲的幅度很大，則它可同时进入另一个管子的柵极，但这并不会使触发器产生相反的翻轉过程。因为第一，这时綫路中的轉換过程尙未結束；第二，給到另一个管子柵极的寄生脈冲的幅度較小。显然，用这种触发方式，触发器对于触发脈冲的幅度与波形是很敏感的。

为了翻轉触发器，最好采用陡前沿和斜后沿的脈冲，如采用矩形脈冲則比較坏。在M-3計算机內通常采用底寬为1.5—3微秒的，幅度为40—60伏的三角形負脈冲。进入到計数輸入端的脈冲振幅过大时，使得在触发器阳极上出現附加的“波峯”，这对触发器用在計数器綫路中是非常不利的。如果采用上述的三角形負脈冲，輸入回路（a，б或в）中电容器的电容量是1,000微微法，如果采用較寬的脈冲（8—10微秒或更大些），則电容量应减少到50微微法。

为了知道当时触发器处在哪种狀态，把耗电少的氖灯串联一个电阻，然后并联接到触发器中的一个阳极电阻上。氖灯发亮的那个触发器的狀态称为“1”；这狀态指出接氖灯的那个阳极是低电平。在M-3計算机中采用MH-6型氖灯；接有氖灯的触发器的阳极标誌为$\overline{T}$，另一个阳极标誌为T。

在M-3計算机內，触发器用于运算器AУ和程序发送器ПД的寄存器中和計数器中，又作为控制綫路中的整形元件。

电子管对称和阳极負載的对称对于触发器的工作是重要的，因此在很多情况下不直接使用触发器的阳极电压，而是經过阴极

跟随器再接出应用。

§2. 單稳多諧振盪器

图 3 为單稳多諧振盪器的电路。單稳多諧振盪器用来把送給譯碼器的脈冲进行整形和产生迟延。采用底寬为 3—4 微秒，幅度为 40—60 伏的負脈冲来触发單稳多諧振盪器，这脈冲經过氧化銅整流器КВМП-2-7給到經常开通的电子管的柵极。触发回路中电容器的电容量的考虑与触发器的相同；有时用特殊的触发回路。

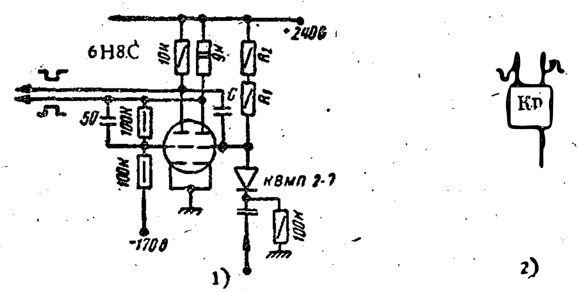


图 3 單稳多諧振盪器电路图

1)——原理图；2)——方框图中的表示法；

Кр——單稳多諧振盪器.

在 М-3 計算机中，因电阻 R_1, R_2 和电容 C 数值的差異，有几种不同脈冲寬度的單稳多諧振盪器。

§3. 整形器

在很多情况，需要得到与触发器或單稳多諧振盪器的脈冲前沿或后沿同时发生的窄(1.5—3 微秒)的正脈冲，因此采用由 RC 微分电路与用双三极管 6Н8С 的一个三极管的延迟間歇振盪器組合而成的整形器（图 4）。負脈冲可以直接从电子管的阳极上取出或从接在阳极回路中的电阻上取出；正脈冲从变压器次极綫圈引出。間歇振盪器的变压器用直徑为 17 毫米的鉄淦氧环狀磁芯做成。

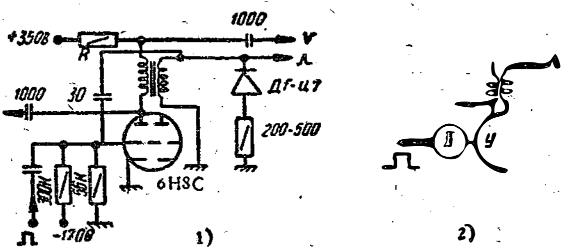


图 4 整形器电路

1)——原理图；2)——方框图中的表示法；
Д——微分电路；У——放大器.

§ 4. 門

图 5 的电路称为門(或叫选擇极,符合极,閥),起"和,和"的邏輯作用。如果在电子管的第一和第三栅极同时送入正脈冲,则門就給出一个負脈冲。当第一栅极电压为＋120 伏,阴极电压为 ＋150 伏,第三栅极电压为＋70 伏时,这电子管稳定地为这兩个栅极所截止。照例第一栅連接譯碼器的輸出端,它給出自 120 伏升到 160 伏的电压落差;第三栅上接进被称为选通脈冲的三角形正脈冲,其幅度約 90—120 伏,底的寬度約 1.5—3 微秒。当兩个脈冲重合时,从阳极电阻上就給出幅度为 50—80 伏的負脈冲。

为了得到正脈冲以及兩种极性的脈冲,利用由鉄淦氧环狀磁芯做成的脈冲变压器和鍺二极管。图 6 表示这种門电路,因为在这个門电路中,阳极电源电压为 ＋350 伏,为使这电子管截止,第

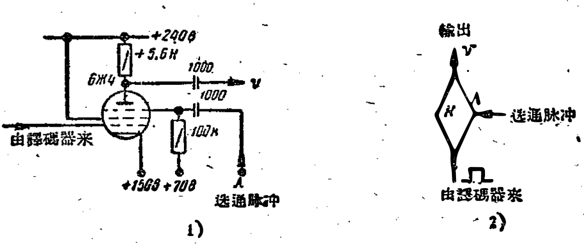


图 5 門电路

1)——原理图；2)——方框图中的表示法.

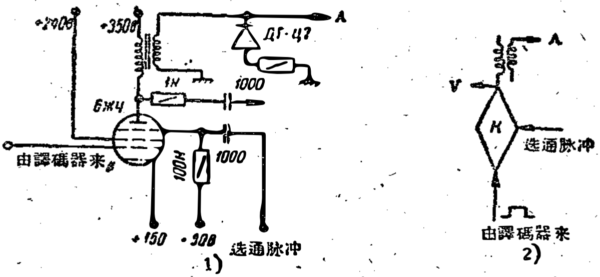


图 6 可得到兩种极性的裝变压器的門电路.

1)——原理图; 2)——方框图中的表示法.

三柵上必須加上 +50 伏的电位. 計算机中沒有專門的 +50 伏电源, 因之对每个帶变压器的門要分別从高欧姆的分压器中取得这个电压. 这分压器与門元件裝在一起.

§5. 二极管邏輯电路

用半导体二极管做成起"和, 和"作用的邏輯电路称为譯碼器. 图 7 表示具有兩个輸入端的二极管譯碼器电路图. 如果 A 和 Б 輸入端皆为不低于 180 伏的高电位, 則輸出端 B 点上也是 180 伏的高电位, 因为这时二极管不通电流. 如果把其中一个輸入端(例如 A 端)的电位降低到 120 伏, 則由于回路中通电流而使譯碼器的輸出电位降低, 但比 120 伏大一个下列的数值

$$R_{\text{пр}}\frac{240-120}{R_1+R_{\text{пр}}}\approx 120\frac{R_{\text{пр}}}{R_1},$$

这里 $R_{\text{пр}}$ 为二极管的正向直流电阻, 而 $R_1 \gg R_{\text{пр}}$.

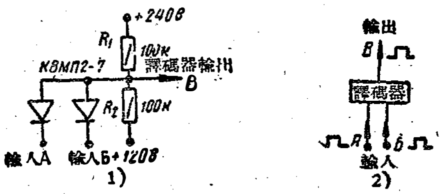


图 7 双輸入端的譯碼器电路

1)——原理图; 2)——方框图中的表示法.

譯碼器采用氧化銅整流器КВМП-2-7，$R_{\text{пр}}$約为3至5仟欧的情况下，輸出电位为$120+120\cdot\frac{5}{100}=126$伏。

譯碼器輸入端的数目还可以增加。在M-3計算机中采用的譯碼器輸入端的数目有2,3,4和5几种。

譯碼器的輸出通常是接到电子管門的控制柵，这时如果譯碼器的某一个輸入端是低电平，則門由于控制柵的控制而截止；如果譯碼器的几个輸入端都是高电平，則門开通。因为柵流的緣故，門的柵极电位不会超过阴极的电位+150伏。

譯碼器的輸入信号或者直接从触发器或單稳多諧振盪器的阳极取得，或者从具有触发器、單稳多諧振盪器和譯碼器电平的阴极跟随器取得．譯碼器輸出脈冲的电压幅度小于輸入脈冲．为了使譯碼器-阴极跟随器-譯碼器的三級电路中最后一級有足够大的輸出脈冲来控制門，在第一級的譯碼器中采用較高阻值的电阻R_2。

如果譯碼器輸入端的高电平不低于160伏，則接連門的譯碼器就可得到充分稳定的工作条件。这时，低电平应不超过120伏。

如果几个譯碼器都作用到一个門的电子管上，則必須用二极管把它們隔离起来，使得其中任一个輸入端不影响另一个輸入回路，因此采用起"或，或"作用的邏輯电路，即所謂混合二极管(也用КВМП-2-7)．图8表示作用于門上的帶有混合器的两个譯碼器的电路图。

混合二极管也用于阴极跟随器中来隔离輸入回路，这里采用

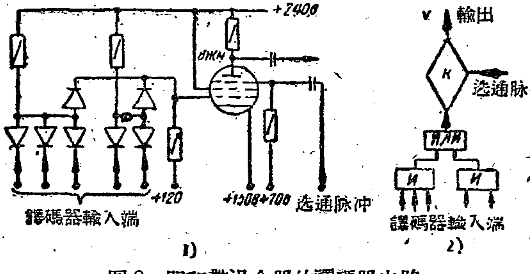


图8 門和帶混合器的譯碼器电路

1)——原理图；2)——方框图中的表示法；К——門；

И——譯碼器；ИЛИ——混合器。

ДГ-Ц4和ДГ-Ц7型鍺二极管．接在可由几个脈冲源来推动的触发器或單稳多諧振盪器的柵极上的几个氧化銅整流器也是混合二极管．

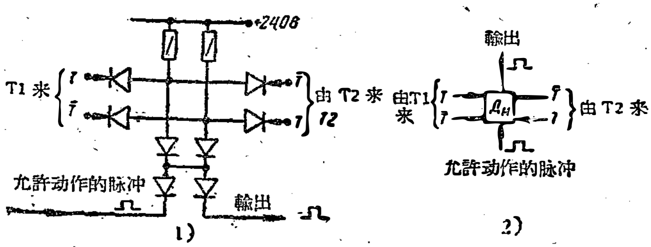


图9 非符合譯碼器电路

1)——原理图；2)——方框图中的表示法；Дн——非符合譯碼器．

非符合譯碼器(图9)有最广泛的应用．如果接到輸入端的二个触发器处在不同狀态，并把使譯碼器动作的正脈冲加到輔助輸入端时，就可在这个譯碼器的輸出端得到高电平．

这个复杂的譯碼器是由兩个串联的譯碼器和混合器組成．

§6. 阴极跟随器

在M-3計算机中采用的阴极跟随器有：а)正脈冲阴极跟随器；б)負脈冲阴极跟随器；в)触发器和單稳多諧振盪器电平的阴极跟随器．

用得最多的是触发器和單稳多諧振盪器电平的阴极跟随器．它的电路如图10所示．

如果阴极跟随器的負載較小，用三极管6Н8С，如較大則用6П9．

§7. 方框图和时間图的表示方法

在M-3計算机的电路图中采用下列符号系統．对每个元件都賦与簡称的字母：触发器——Т；門——К；阴极跟随器——П；各种型式的放大器及整形器——У；氧化銅二极管的邏輯电路(簡單譯碼器)——И；混合器——ИЛИ；非符合譯碼器——Дн．

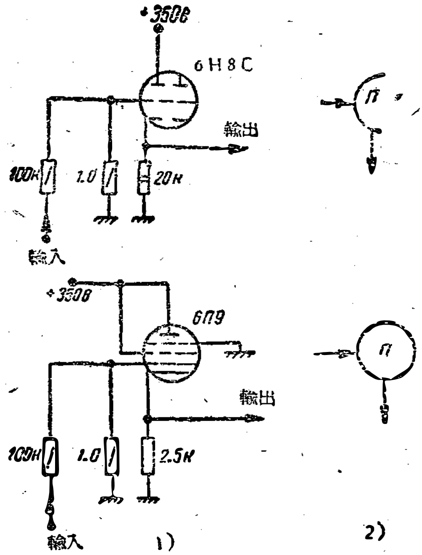


图 10 触发器和單稳多諧振盪器电平的阴极跟随器电路
1)——原理图; 2)——方框图中的符号.

每个部件中各自編排元件的序号。記号中的第一符号表示元件种类，下一符号表示該元件在部件中的順序号碼，最后的符号表示部件或寄存器的符号。例如，T-14-A 表示运算器中 A 寄存器的第十四位触发器；K-8-МПД 表示局部程序发送器的第八个門，等等。

如果元件为运算器 AУ 寄存器的一个組成部分，則号数小的是高位。电路图上各部分和各部件間之联綫引到图紙的边緣上，箭头表示脈冲或电平的傳送方向，而括弧內的記号表示联綫通到的部件。

元件和它在方框图上的符号如图 2 至图 10 所示。其它元件在方框图中的表示法示于图 11。



图 11 其它元件在方框图中的表示法
1)——用半个 6H8C 做成的放大器; 2)——用 6Ж4 或 6П9 做成的脈冲放大器; 3)——延迟綫.

繪制时間图时电路上各点的电压不必对軸綫成一定的比例，而只要指出脈冲的极性和它們相互的位置卽可。表示电平时可把將它的低电平繪在水平軸(卽以細綫画的时間軸)上。如果各回路在某一瞬間內給出的信号无論高电平或低电平沒有关系的話，則可中断相应于这电压电平的綫。

§8. 脈冲計数器

M-3計算机中采用的触发器組成的脈冲計数器有二种型式。第一种計数器中，触发器彼此之間是用微分电路来联接的，当触发器从“1”狀态轉換到“0”狀态时，相符于阳极电压下降的負脈冲給到触发器的計数輸入端(图2的в端)。

第一种脈冲計数器的方框图和时間图(各点脈冲的波形图)示于图12. 这电路的主要优点是簡單。但是它有許多缺点，不宜做位数很大的計数器。主要的缺点是：只有当所有低位的触发器統統翻轉后，高位的触发器才能翻轉，也就是說非常慢。在M-3計算机中局部程序发送器МПД的五位計数器及脈冲分配器РИ的

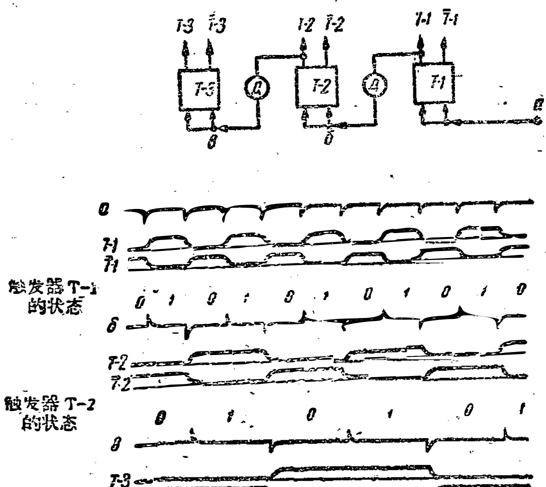


图12 第一种脈冲計数器的方框图和时間图

三位計数器是用这种电路做成的。

第二种計数器的全部触发器是同时翻轉的，为此要把一些互不关联的脈冲送到每一个触发器，这脈冲例如分别从有譯碼器来控制的門給出。研究計数器的时間图，可以得出組成这类譯碼器的邏輯規則：如果所有第1位到第K－1位触发器都处于“1”的狀态，第K位触发器T-K的門应为发出翻轉第K位触发器用的脈冲作好准备。

如果所有K－1个触发器把相当“1”的电平給到第K位譯碼器的門，則上述这个邏輯規則可以完成。对于数位过多的計数器这个方案是不合适的，因为低位触发器上以譯碼形式出現的負載要

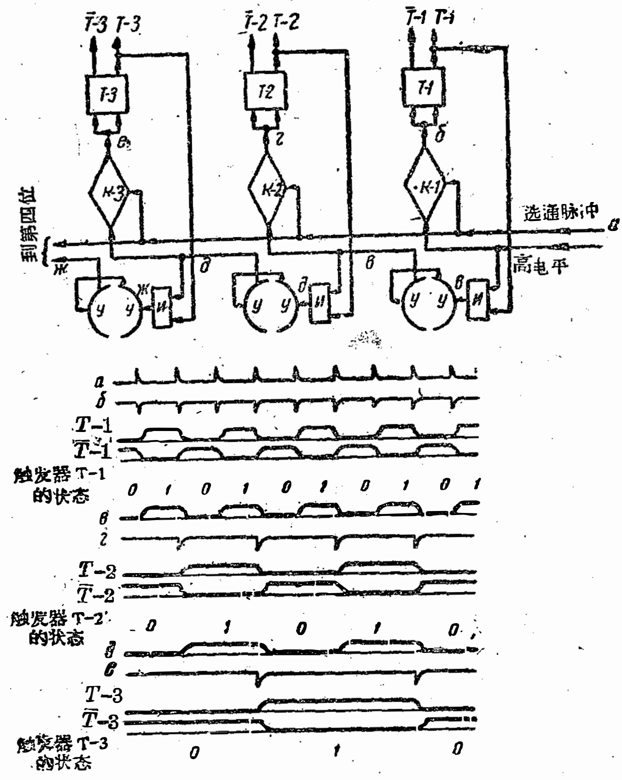


图13　第二种脈冲計数器的方框图和时間图

增加，而高位門的譯碼器要有很多輸入端。

图 13 表示 M-3 計算机采用的第二种型式計数器的方框图。从触发器 T-K 的阳极来的相当“1”的高电平給到第 K 位譯碼器的一个輸入端，同时相当所有从第 1 到第 K－1 位的触发器皆为“1”狀态的高电平也給到第 K 位譯碼器的輸入端。

这样，如果所有第 1 到第 K 位触发器都处于“1”的狀态时，則这个譯碼器就送高电平到第 K+1 位的門和譯碼器。

图13中也列入第二种脈冲計数器的时間图。标誌脈冲計数器 СМИ 的十一位計数器和起动寄存器 ПР 的十二位計数器都照这电路做成。

§ 9. 触发器間傳送信息的方法

从一个触发器傳送信息到另一个触发器，在 M-3 計算机中采用兩种办法。

第一种傳送信息方法的方框图示于图 14。为了把信息从触发器 T-1 傳送到触发器 T-2，先送負脈冲到 в 輸入端来清除触发器 T-2（使触发器 T-2 置于“0”狀态）。然后把“允許傳送”的脈冲送到譯碼器的 a 輸入端。譯碼器的第二輸入端 б 联接触发器 T-1 的阳极 T-1。如果这时触发器处于“1”狀态，則譯碼器就給出高电平，起执行命令作用的选通脈冲开启門，轉加到触发器 T-2 的 г 輸入端，并將它翻轉到“1”狀态。如果触发器 T-1 处于“0”狀态，則阳极 T-1 是低电平，門就关閉，于是脈冲不能給到 г 輸入端；触发器 T-2 仍保持在“0”狀态。这种方法叫做“清除傳送”。

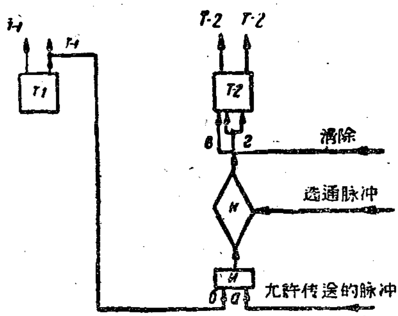


图 14　清除傳送的方框图

傳送信息的第二种方法的方框图示于图 15。信息从触发器 T-1 傳送到触发器 T-2 的兩个触发器用非符合譯碼器来联系；非符

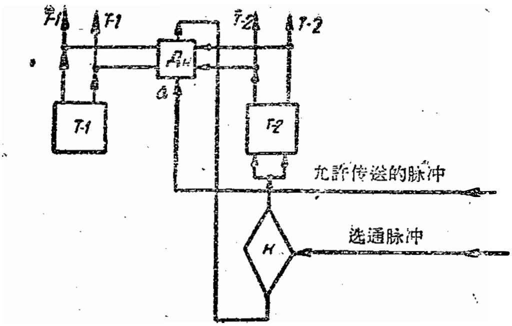


图15　非符合譯碼器傳送的方框图

合譯碼器控制触发器 T-2 的門；門的輸出接到触发器 T-2 的計数輸入端。在傳送时，把寬的正脈冲給到譯碼器的 a 輸入端。仅当二个触发器处于相異狀态时，譯碼器才打开門。这时，选通脈冲經門而給到触发器 T-2 的計数輸入端，并將它翻轉到相反的狀态，使得二个触发器的狀态相符合。如果这二个触发器的开始狀态是相符合

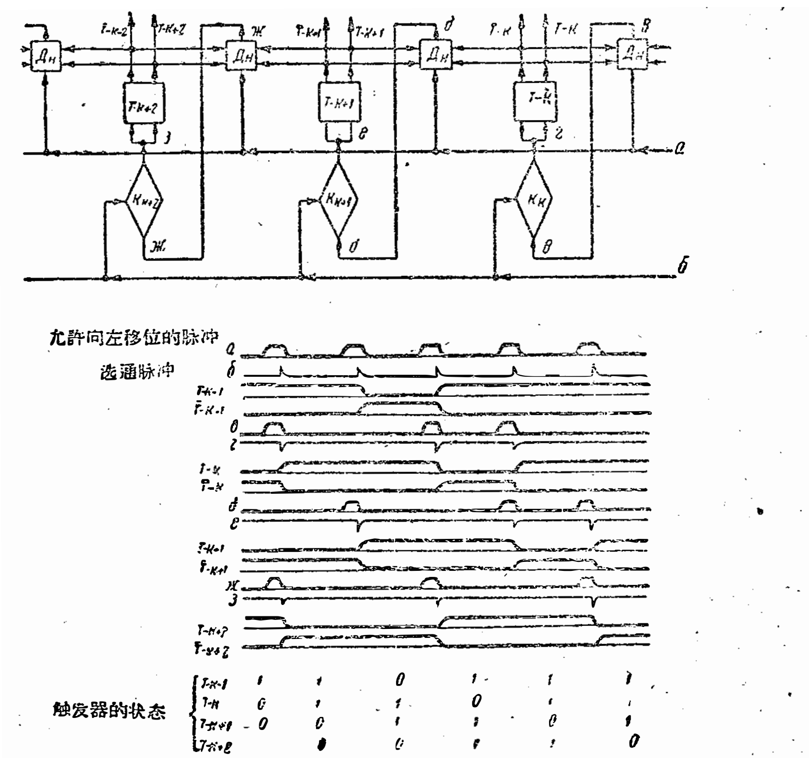


图16　移位寄存器的方框图和时間图

的，則門始終关閉而触发器 T-2 不翻轉。第二种傳送方法称作"非符合譯碼器傳送"。

第二种傳送方法能够在寄存器中完成信息的移位。图 16 表示寄存器的方框图和时間图。这寄存器能够使信息向左移位。所繪的时間图系假定在移位时，信息从触发器 T-K-1 傳送到触发器 T-K，而触发器 T-K-1 在图中沒有画出。

第 四 章

运 算 器

§1. 一般特性

M-3計算机的运算器АУ对三十位二进制的模数进行操作，所得結果也是三十位。从存貯器ЗУ接收过来数的符号位放在程序发送器ПД里，并在这里計算(整个数碼共有三十一个二进制位)。M-3計算机的运算器是并联型，包括四个由触发器組成的寄存器，其中的一个起并联的三十位加法器的作用及在形成和数前产生进位。运算器АУ除了执行算术操作外，还能执行很多邏輯操作和輔助操作，如邏輯乘法、数的傳送等等；此外运算器АУ还是存貯器ЗУ，程序发送器ПД和輸入輸出設备УВВ間的联系樞紐。通过运算器АУ的C寄存器把輸入的信息傳送到存貯器ЗУ，把程序的指令碼从存貯器ЗУ傳送到程序发送器ПД，把代碼从存貯器ЗУ的一个單元移到另一單元，以及把信息从存貯器ЗУ輸出到印刷机。

在各个元件的工作速度相等的情况下，并联运算器完成算术操作的速度比串联运算器要快得多。

在M-3計算机的运算器АУ中，执行基本算术操作的时間如下：加法60微秒；减法75—120微秒；乘法1,900微秒；除法2,000微秒。

图17为运算器АУ的方框图。A，B和C寄存器的每一位由以下三部分所組成：用电子管6H8C作成的触发器；由电子管6Ж4作成的用来控制触发器的門和用来决定各种不同工作狀态的几种二极管譯碼器。此外，B和C寄存器的每一位还有电子管6H8C組成的触发器电平的阴极跟随器。Д寄存器按它的作用来講，与上述有很大不同。在相加以前它用来形成进位并按位求和。

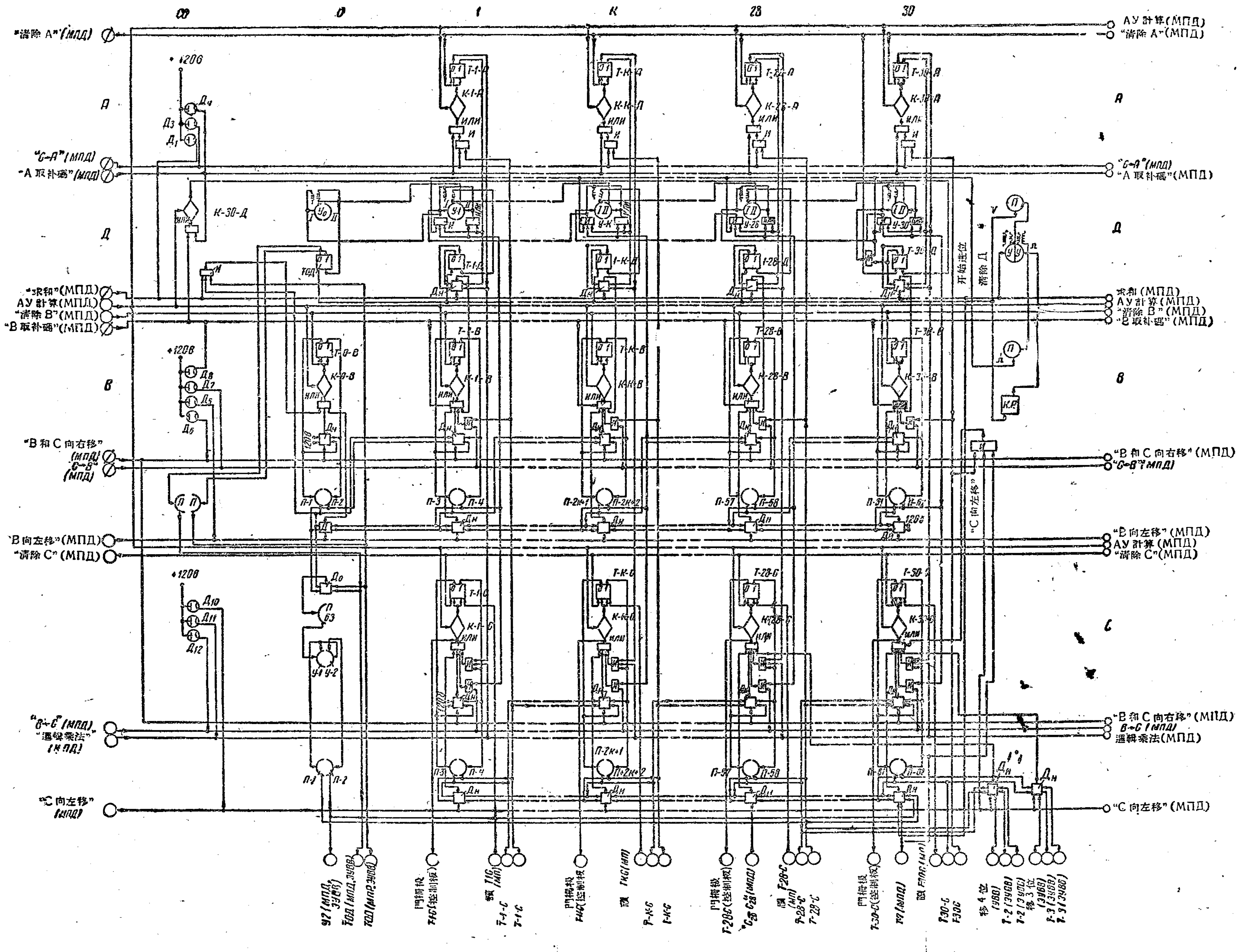


图 17 运算器 AУ 方框图

算术操作之前，数在寄存器内的排列如下：A寄存器内放加数、减数、被乘数、除数；B寄存器内放被加数、被减数、被除数；C寄存器内放乘数。邏輯乘法的原始数据放在A和C寄存器内。

操作結束时，和、差、乘积先在B寄存器中形成，随后傳送到C寄存器。商数及邏輯乘法的結果先在C寄存器中形成，随后傳送到B寄存器。因此，不論任何情況，操作結束时結果总是放在B和C寄存器内，并且一直保留到下一次接收数为止。这样就可以把保留在B寄存器的結果供下一次操作之用。

A寄存器可执行下列基本操作：1）从C寄存器并联接收信息；2）取寄存器中的信息为反碼；3）清除寄存器（使各触发器归“0”）。

B寄存器可执行：1）清除寄存器；2）取反碼；3）从C寄存器并联接收数；4）向C寄存器并联发送数；5）数向左或向右移位。

C寄存器起着机器各部分之間的联系作用，可执行：1）清除寄存器；2）从存貯器ЗУ并联接收数；3）从B寄存器并联接收数；4）向A和B寄存器与程序发送器ПД的选擇寄存器CP，操作碼寄存器并联发送数；5）由輸入輸出設备УВВ串联輸入及向輸入輸出設备УВВ串-并联輸出；6）数向左或向右移位；7）形成邏輯乘法的結果；8）用人工把信息放入这寄存器。

§2. 执行基本操作时运算器的工作情况

做乘法及除法时需把B和C寄存器中的信息向左或向右移位，为了做到这一点，采用了四組非符合譯碼器。四个移位电路的每一个与第三章图16所示的沒有什么兩样。临近移位脈冲（“B和C向右移位”；“B向左移位”；“C向左移位”）的后緣，加在B与C寄存器的門的抑制柵极的选通脈冲“AУ計算”按需要翻轉触发器。这时，B和C寄存器的第三十位触发器（向左移位时），以及触发器T-1-C和T-0-B（向右移位时）被置于“0”状态，因控制这些触发器的門的譯碼器是为这样而安排的。

做加法时，联接A和Д寄存器相应位触发器的非符合譯碼器

控制B寄存器的同一位触发器的門．如果这一位的A和Д触发器处于不同的狀态，而在“求和”总綫中加上用来进行加法的“求和”脈冲，則B寄存器的触发器的門就打开。做加法时，如果触发器T-0-Д处于“1”的狀态；当加上“求和”脈冲时，門К-0-B就打开．临近“求和”脈冲后緣，加在門的抑制柵极上的选通脈冲“AУ 計算”把B寄存器的那些必須改变的触发器翻轉。

做邏輯乘法时，由專門譯碼器来控制C寄存器的門．如果A寄存器中某位触发器为“0”狀态，而C寄存器中該位为“1”狀态，且在邏輯乘法总綫中加上用来进行这項操作的脈冲，則C寄存器中这一位触发器的門就打开．临近“邏輯乘法”脈冲的后緣，在門的抑制柵极上加选通脈冲“AУ 計算”，結果把C寄存器中需要翻轉的那些触发器置于“0”的狀态。

取A或B寄存器中的数为补碼时，先需在寄存器A或B中得到它的反碼。为此在“A取补碼”或“B取补碼”的总綫上加一正脈冲，它把有关的門打开．这門的其它譯碼器的狀态与此无关．此后加在門的抑制柵极上的选通脈冲“AУ 計算”使这門輸出脈冲到触发器的計数輸入端，將它轉換为相反的狀态．与此同时，門К-30-Д发出脈冲，把触发器T-30-Д置于“1”狀态。在其它所有情况下，由“清除A”脈冲把触发器T-30-Д置于“0”狀态，以后將看出，这是在算术操作开始前进行的。

除法时，若T-0-Д与T-0-B处于不同狀态，則譯碼器Д-0有輸出。这个輸出脈冲經直流放大器$У_1$与$У_2$整形，可以同时得到二个相位相反的电平。此后这二个电平象触发器的电平一样用来控制二个譯碼器，一个把信息接收到T-30-C去，另一个在局部程序发送器МПД中形成“求和”脈冲。

图18为Д寄存器中二位的电路。每次和数形成之前，先发出一个將所有Д寄存器的触发器置于“0”狀态的“清除Д”脈冲及“开始进位”脈冲。后者使形成进位的电路动作，并按上述規則把Д寄存器的触发器置于“1”狀态。在M-3計算机中，通过所有三十位二进制位的进位时間約为15微秒。

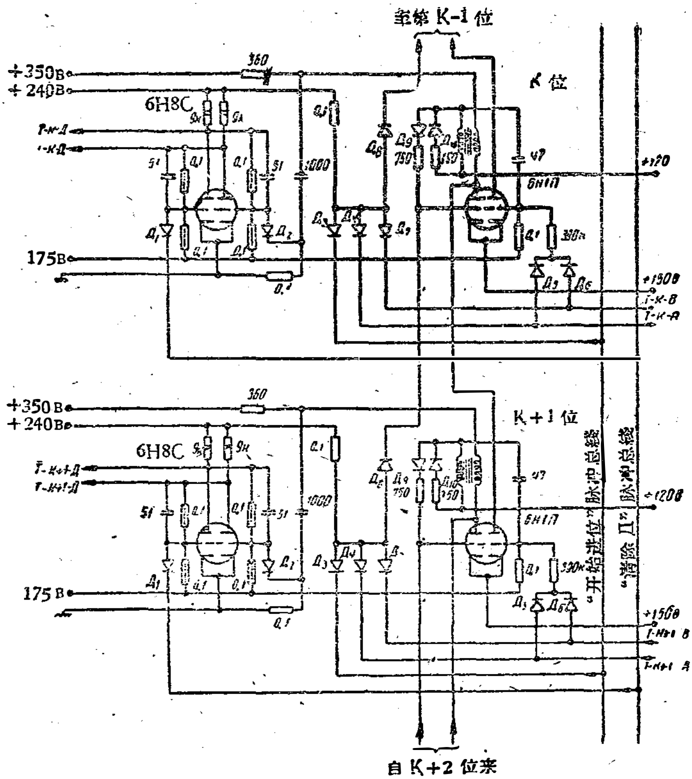


图 18 Д寄存器中兩位的电路

Д₁, Д₂, Д₃, Д₄, Д₅, Д₆——氧化銅整流器 KBMП-2-7;
Д₇, Д₈, Д₉, Д₁₀——鍺二极管ДГ-Ц7.

从輸入輸出設备 УВВ 輸入的数碼和指令，先进入运算器 АУ 的 C 寄存器。为此触发器 T-30-C 与 T-28-C 分别与輸入輸出設备电子部件的輸入寄存器触发器 T-3-ЭУВВ 及 T-2-ЭУВВ 相联接。代碼能够以三个或四个二进制位成組輸入，即相当于二进制編碼形式的八进制或十进制。輸入靠 C 寄存器和輸入寄存器接連向左移位而把数从低位向高位推移。这时数的代数符号被推移到局部程序发送器 МПД 的 T-3н-C 內，因它是与 T-1-C 連接的。"+"号相当于触发器"0"状态，"−"号相当于"1"状态。

用十进制輸入时，数的符号在紙帶上用四个数字表示，1110为“＋”，1111为“－”(見第七章)。这数的最后一位必須放在T-3н-C，其它各位不用。所以数字以十进制輸入时，当数的代数符号已經进入寄存器的第一到第四位之后，运算器AУ还需要进行一次按四位移位，結果使最后一位放在T-3н-C，而其它各位超出了寄存器的范圍，則棄而不用。

以八进制輸入数及指令时，輸入輸出設备輸送給运算器AУ的符号碼用三位数表示，111为“－”，110为“＋”。与前相仿，符号的代碼全部进入寄存器的第一到第三位以后，还要进行一次按三位的移位，結果使触发器T-3н-C中放“1”或“0”，而符号碼的二个高次位“1”跑出了寄存器的范圍。

这样，当数字以八进制輸入时，經过十一次依次的“按三位移位”以后，全部輸入碼放在触发器T-3н-C，T-1-C到T-30-C中。当数字以十进制輸入时，經过八次按四位移位以后，全部代碼放在触发器T-3н-C，T-1-C到T-28-C中。

从运算器AУ的角度来看，数据的輸出与輸入并沒有什么兩样，同样要根据选定的輸入数制是八进制或十进制，把C寄存器中的数向左移三位或四位若干次。这时輸出信息的数位都要通过C寄存器的最高位。

輸出时触发器T-1-C到T-4-C的阳极电平通过阴极跟随器，傳送到輸入輸出設备УВВ。輸入輸出設备把三位或四位数的各組状态譯碼，以便用八进制或十进制印出。

C寄存器与磁存貯器相联接，可使寄存器C中的代碼傳送到存貯器，也可相反地从存貯器傳送到寄存器。不論写数或讀数，信息的各位都同时傳送，即并联傳送。写数时，信号从C寄存器送到存貯器的写数电路。从存貯器讀数时，先进行“清除C”(將C寄存器的各触发器置于“0”状态)，然后存貯器发出相应的負脈冲送到C寄存器，將C寄存器的触发器置于“1”状态。

执行算术及邏輯操作时，数碼及指令从存貯器先送到C寄存器，然后分别送到A，B寄存器选擇寄存器CP和操作器碼寄存器。

为了达到这个目的，规定数的各位可从C寄存器傳送到A寄存器（“C→A”），也可从C寄存器傳送到B寄存器（“C→B”）。为了能把在B寄存器中形成的計算結果放到存貯器去，先要把它从B寄存器傳到C寄存器（“B→C”）。如果計算結果在C寄存器中形成，为使下一次算术运算可以使用这个結果，它应該从C寄存器送到B寄存器，此时再用一次傳送命令“C→B”．执行这些傳送前要用到“清除”脈冲。

由存貯器ЗУ讀出的指令碼分別傳到程序发送器ПД进行譯碼。为此，有下面这些連接：T-1-C到T-6-C与操作器碼寄存器的T-1到T-6連接，T-7-C到T-18-C（第一地址）及T-19-C到T-30-C（第二地址）与选擇寄存器CP的T-1到T-12連接。这些傳送也是幷联进行的。这三个傳送中的第二个傳送的完成要用到“清除”脈冲。其它兩个傳送則利用非符合譯碼器。

图19表示执行基本操作时送到运算器AУ去的脈冲时間图。这些操作是算术和邏輯操作的組成部分。

所有这些控制运算器工作的脈冲是由局部程序发送器MПД，

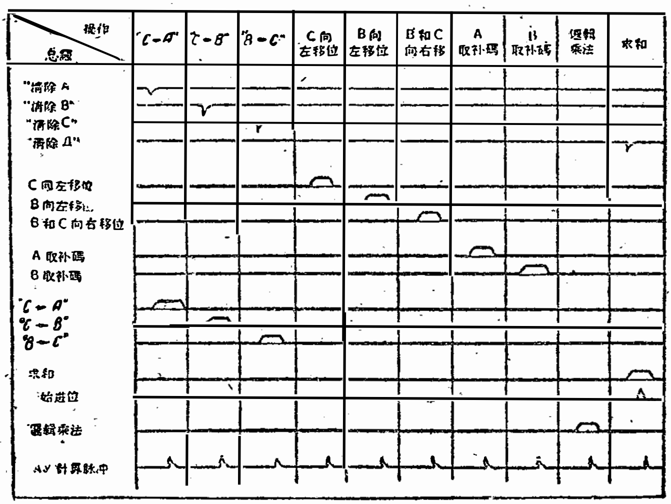


图19 执行基本运算时加在AУ各位上的脈冲时間图

脉冲分配器 PИ 和输入输出設备 УВВ 来的。供全部数位的脉冲是：負脉冲——“清除 A”，“清除B”，“清除 C”；正选通脉冲——“AУ 計算”；允許脉冲——“A 取补碼”，“B 取补碼”，“求和”及“B 向左移位”，“C 向左移位”，“B 和 C 向右移位”，“邏輯乘法”；允許并联傳送的脉冲——“C→A”，“C→B”，“B→C”。

“清除 Д”和“开始进位”的脉冲是例外，它們由“求和”脉冲在运算器 AУ 中形成。

第 五 章

程序发送器

§1. 程序发送器的功用和組成

程序发送器ПД自动地控制机器的各个部分(运算器АУ，存貯器ЗУ，輸入輸出設备УВВ)。在解題过程中，程序发送器按照次序由存貯器內取出数，把它們放置在运算器的寄存器中，对这些数完成預定的操作，然后把結果送到存貯器內有关的單元中；如果指令規定要輸出时，程序发送器还使結果輸出(印刷)。程序发送器在执行当前一道指令的循环过程中，就确定了在下一循环中应該执行的指令的地址。程序发送器按照一定次序在八个节拍內(0—7)完成与一个指令相应的全部操作，而各节拍的內容則是根据被执行的指令而有所不同。

程序发送器由下列部件組成：

1) 局部程序发送器МПД；
2) 操作器БО；
3) 脈冲分配器РИ；
4) 选擇寄存器СР；
5) 起动寄存器ПР。

§2. 局部程序发送器

局部程序发送器МПД用来控制运算器АУ而进行下列操作：加法、減法、乘法、除法、按三位或四位成組的輸入或輸出、邏輯乘法。局部程序发送器的方框图示于图20。

相当某种操作的命令从操作器БО或輸入輸出設备УВВ来到局部程序发送器МПД以后，局部程序发送器МПД就向运算器АУ

发出某一序列的脈冲；做完这个命令时，局部程序发送器 МПД 就向脈冲分配器 РИ 和輸入輸出設备 УВВ 送操作結束的回答脈冲(做輸入輸出的命令时不要求回答脈冲)。图 21 表示执行操作时的工作时間图。

在局部程序发送器內（見图 20)置有三个符号触发器 A, B 和 C。数的符号的計算，一部分在操作器 БО 內进行(形成变形加法和减法的命令)，一部分在局部程序发送器 МПД 內进行(在重复减法和乘除法时改变結果的符号)。符号触发器 Т-3н-А(Т-11)Т-3н-В (Т-10)，Т-3н-С(Т-9) 由門 К-7, К-8, К-9, К-10 控制。Т-3н-С 連接 Т-3н-В, Т-3н-А, 运算器 АУ 的 Т-1-С 和存貯器 ЗУ。符号在 Т-3н-В 內进行变换，并在操作結束以后，Т-3н-В 的狀态傳送到 Т-3н-С 去。

执行乘法和除法时需要发出 30 个“求和”脈冲和其它脈冲。从單稳多諧振盪器 Кр-1 和 Кр-2 供給的脈冲在阴极跟随器 П-29 的譯碼器上形成“求和”脈冲，在 П-30 形成“B 与 C 向右移位”，在 П-21 形成“B 向左移位”，在 П-22 形成“C 向左移位”。所需的循环次数由触发器 Т-1, Т-2, Т-3, Т-4, Т-5 組成的計数器来計算，并由阴极跟随器 П-3 上工作的譯碼器来規定。

輸入或輸出时，利用同样元件（計数器、單稳多諧振盪器和阴极跟随器）来移 3 位或 4 位。触发器 Т-6 控制阴极跟随器 П-3 的譯碼器；这触发器在輸入或輸出时处于“1”的狀态，而在其它操作时則处于“0”的狀态。

除法和邏輯乘法操作在結束时，必須把結果从 C 寄存器傳送到 B 寄存器；而加法减法和乘法操作在結束时，由 B 寄存器傳送到 C 寄存器。为此利用了單稳多諧振盪器 Кр-3 来形成清除 B 寄存器的脈冲(由 C 寄存器傳送到 B 寄存器时)，或形成清除 C 寄存器的脈冲(由 B 寄存器傳送到 C 寄存器时)；又利用了阴极跟隨器 П-11 轉发“清除 B”脈冲，П-10 轉发“清除 C”脈冲，П-27 和 П-28 分别轉发允許傳送的“C→B”和“B→C”脈冲。

触发器 Т-7 是用来确定应进行那一种傳送的。除法和邏輯乘

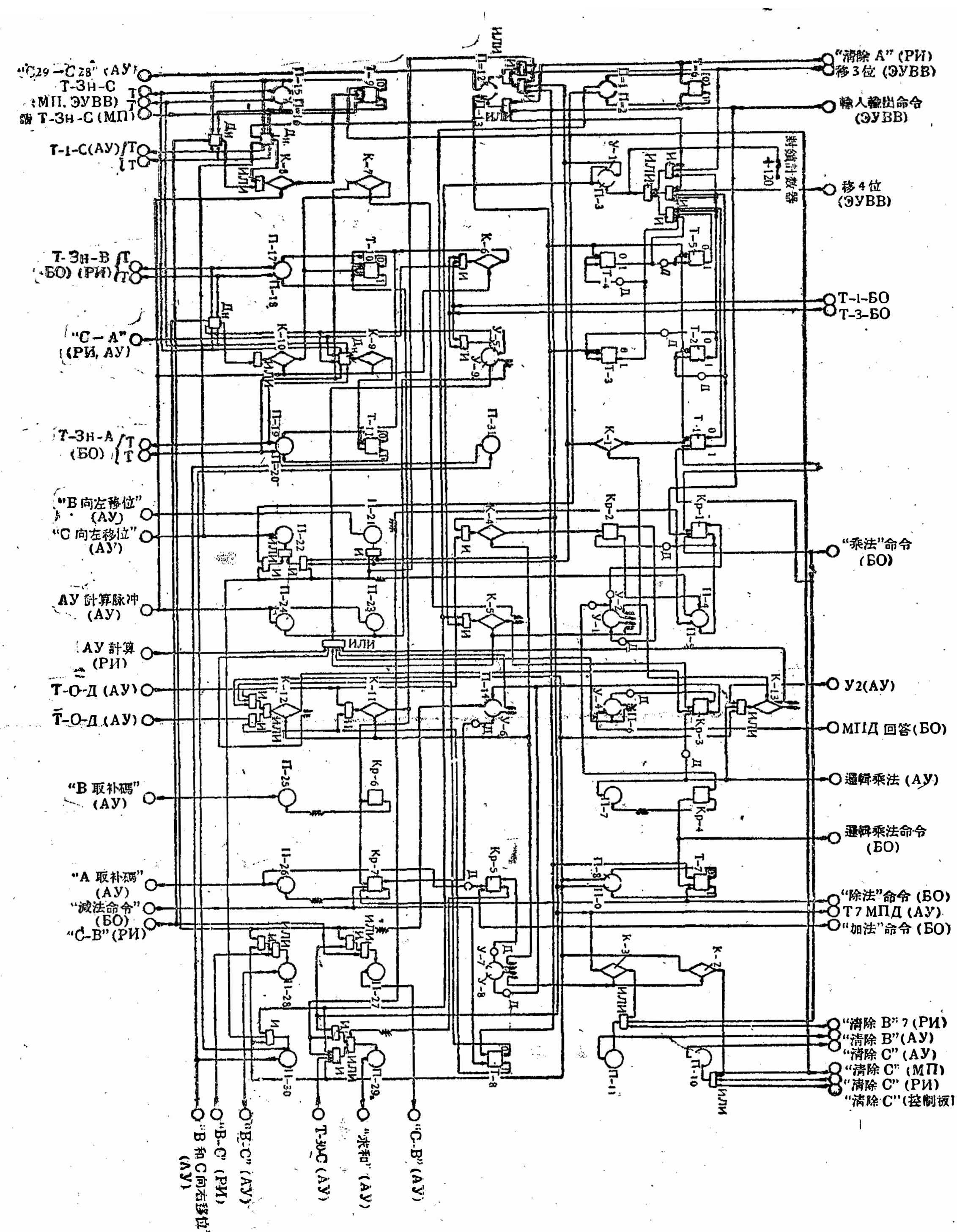
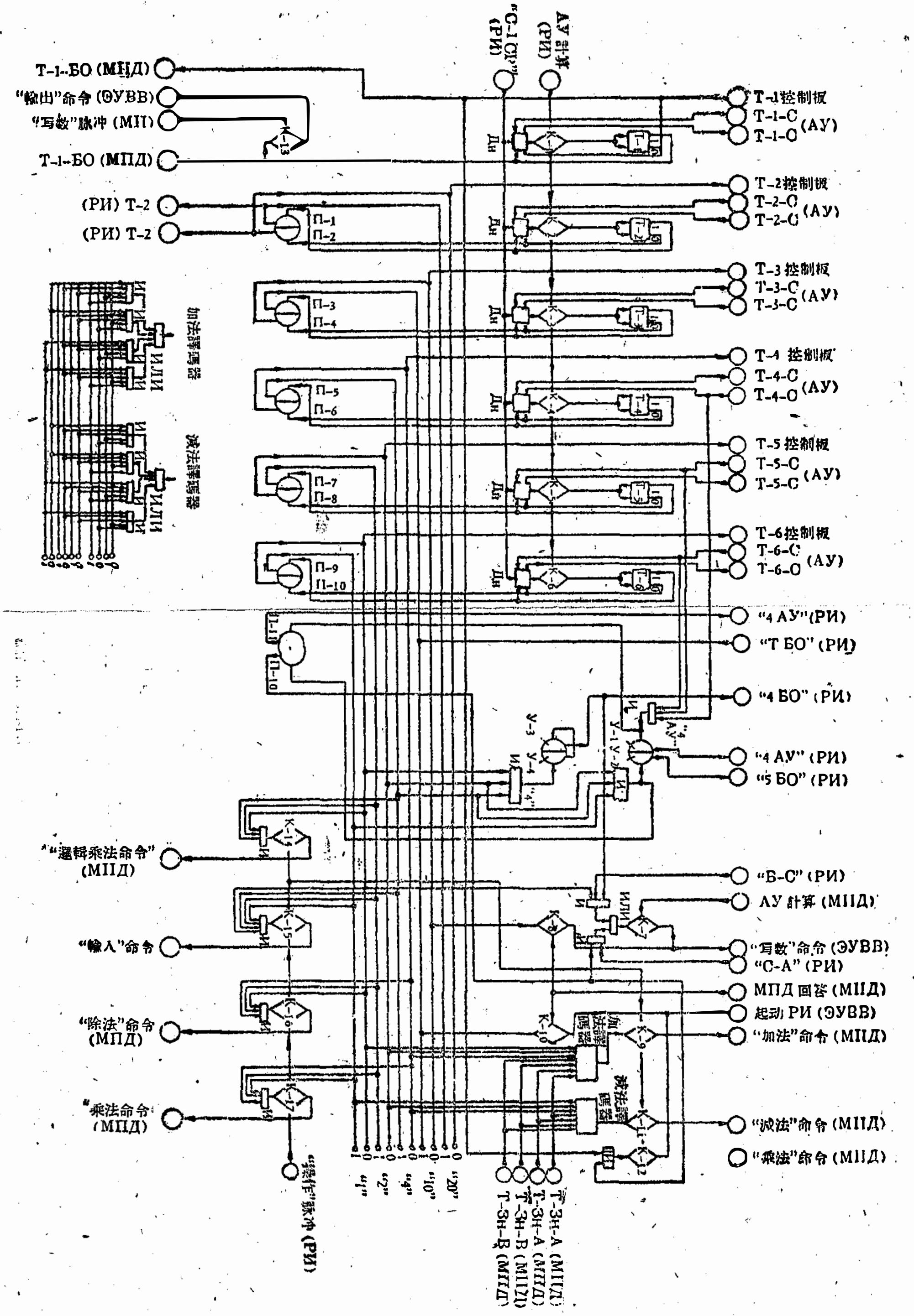


图 20　局部程序发送器 МПД 方框图



T-1-БО (МПД)
"輸出"命令 (ЭУВВ)
"写数"脉冲 (МП)
T-1-БО (МПД)
(РИ) T-2
(РИ) T-2
加法譯碼器
減法譯碼器
"邏輯乘法命令" (МПД)
"輸入"命令
"除法"命令 (МПД)
"乘法命令" (МПД)
"操作"脉冲 (РИ)
"C-1 CP" (РИ)
АУ 計算 (РИ)
T-1控制板
T-1-C
T-1-O
(АУ)
T-2控制板
T-2-C
T-2-O
(АУ)
T-3控制板
T-3-C
T-3-C
(АУ)
T-4 控制板
T-4-C
T-4-O
(АУ)
T-5控制板
T-5-C
T-5-C
(АУ)
T-6控制板
T-6-C
T-6-O
(АУ)
"4 АУ"(РИ)
"T БО" (РИ)
"4 БО" (РИ)
"4 АУ" (РИ)
"5 БО" (РИ)
"Б-C" (РИ)
АУ 計算 (МПД)
"写数"命令 (ЭУВВ)
"C-A" (РИ)
МПД 回答 (МПД)
起动 РИ (ЭУВВ)
"加法"命令 (МПД)
"減法"命令 (МПД)
"乘法"命令 (МПД)
T-3Н-A (МПД)
T-3Н-A (МПД)
T-3Н-B (МПД)
T-3Н-B (МПД)

图22 操作器的方框图

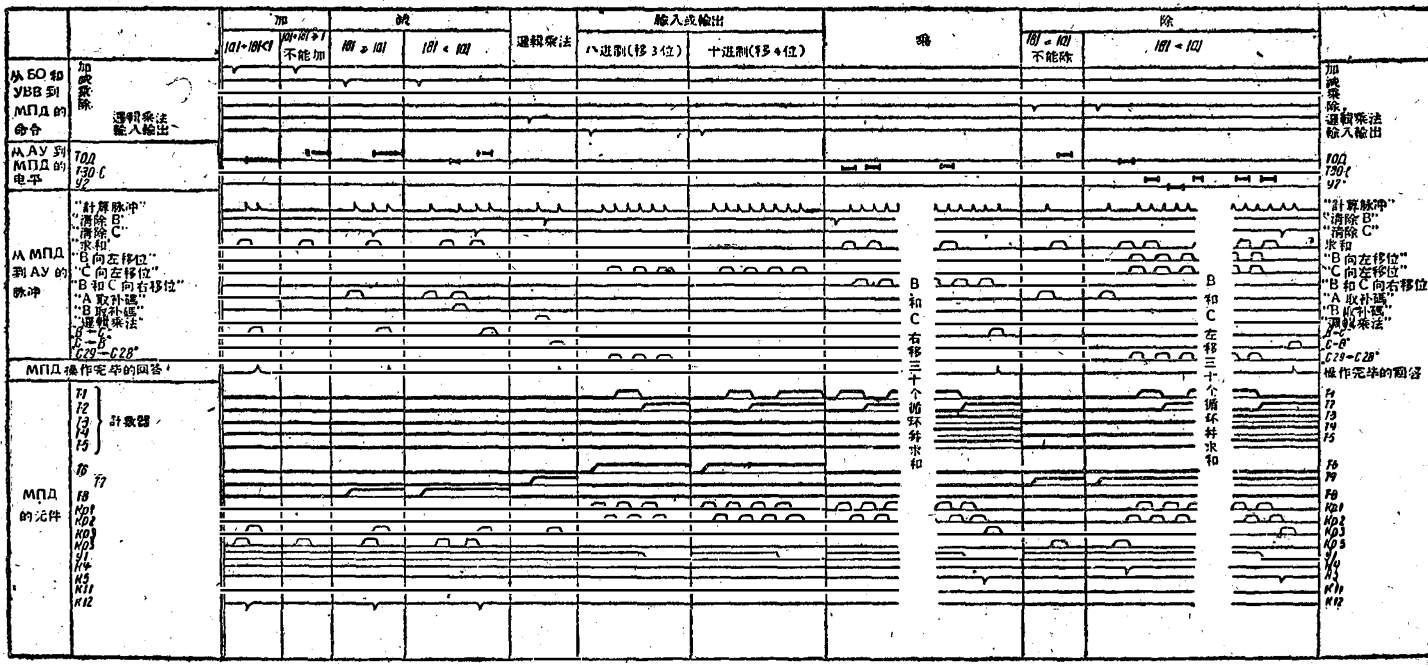


图 21　局部程序发送器 МПД 的时間图

法时，它处于“1”狀态，而在其它操作时則处于“0”狀态。Кр-4 和 П-7 用来产生“邏輯乘法”脈冲。除法和減法时要在 A 和 B 寄存器中取补数，利用了單稳多諧振盪器 Кр-7 (A 取补碼)，Кр-6 (B 取补碼)，阴极跟随器 П-26 (A 取补碼)和 П-25 (B 取补碼)。

加法和减法时，由單稳多諧振盪器 Кр-5 的脈冲来形成“求和”脈冲，而門 К-12 只在能够作操作的情况才形成“АУ 計算”选通脈冲。如果加法不能进行($|a|+|b|\geqslant 1$)，門 К-12 就不給出脈冲，于是机器便停止。减法时如果 $|b|<|a|$，門 К-11 配合門 К-12 的工作，往 Кр-6(B 取补碼)和 Кр-7(A 取补碼)送起动脈冲，并改变符号触发器 Т-3н-B 的狀态。触发器 Т-8 在减法时处于“1”狀态，而在其余的操作时处于“0”狀态，并以此来規定門 К-11 和 К-12 的工作。

§3. 操作器

操作器 БО 用来存貯和譯解指令的操作碼。操作碼原放在运算器 АУ 中 C 寄存器的第一到第六位上。这几位分別与操作碼寄存器的第一到第六位的触发器連接。当脈冲分配器 РИ 工作在第三拍时，操作碼寄存器就接收操作碼，并保存在这里直到这指令执行完毕为止。

图 22 表示操作器的方框图。

根据采用的代碼系統，操作器向局部程序发送器 МПД 和輸入輸出設备 УВВ 发出命令，命令它們执行指令中規定的操作。为此利用門 К-17-БО 发出“乘法”操作的命令；К-16-БО 发出“除法”操作的命令；К-14-БО 发出“邏輯乘法”操作的命令；К-15-БО 发出“輸入”操作的命令；К-13-БО 发出“輸出”操作的命令；К-9-БО 发出“加法”操作的命令和 К-11-БО 发出“减法”操作的命令。后面两个門的譯碼器，除了与操作器寄存器的触发器連接外，还和局部程序发送器 МПД 的 Т-3н-A 和 Т-3н-B 的触发器連接。根据 a 和 b 数的符号(見第二章)相同或不相同，向局部程序发送器 МПД 发送“变形的加法”或“变形的减法”的命令。

此外，如果指令規定要写入操作結果，則操作器的 К-7-БО 或

К-8-БО 向存貯器給出“写数”的命令；否則在操作結束时，操作器БО就向脈冲分配器РИ发出开始下一个工作循环，即“起动РИ”的命令（由К-10-БО，К-12-БО上发出）。

除发命令外，在操作器中还給出某些电平，这些电平在操作器中有关的譯碼器、放大器和阴极跟随器（У-1，У-2，У-3，У-4，П-12，П-11-БО）中形成相应于操作碼寄存器和运算器АУ中С寄存器高数位的狀态的某一定組合，用来控制脈冲分配器的工作。

§4. 起动寄存器和选擇寄存器

起动寄存器ПР和选擇寄存器СР的十二位触发器是用来存貯和改变要向存貯器ЗУ选擇的数和指令的地址。选擇寄存器СР的每个触发器通过非符合譯碼器与存貯器ЗУ中标誌脈冲計数器СМИ的相应位触发器連接。比較电路РС断定选擇寄存器СР的狀态与标誌脈冲計数器СМИ中現存地址符合时，根据送往存貯器的命令或者將結果按选擇寄存器СР所示的地址从运算器АУ的С寄存器写到存貯器ЗУ，或者把数或指令从存貯器ЗУ讀到运算器АУ的С寄存器。进入选擇寄存器СР的信息可来自：

а）运算器АУ中С寄存器的第七到第十八位是第一数的地址（傳送“$C_1 \to CP$”）；

б）运算器АУ中С寄存器的第十九到三十位是第二数的地址（傳送“$C_2 \to CP$”）；

в）起动寄存器ПР是指令的地址（傳送“ПР-СР”）。

通常指令是按照順序一道接一道的写在存貯器中。在起动寄存器ПР中規定“加1”的制度，即計数制度；因此执行当前指令的过程中，在起动寄存器ПР內形成程序的下一指令的地址。此外执行条件轉移和无条件轉移指令时，下一道指令的地址不是下一个順序号碼，則起动寄存器ПР中的信息来自选擇寄存器СР（由选擇寄存器СР傳送到起动寄存器ПР）。控制选擇寄存器СР和起动寄存器ПР工作的脈冲皆从脈冲分配器РИ发出。除了这些基本

作用外，选擇寄存器 CP 和起动寄存器 ПР 还能在需要的地址上安排停机或用电子輸出器来輸出結果。为此，控制板上有开关式的排碼寄存器，它与十二个非符合譯碼器相接。利用控制板上的一个开关操縱繼电器把选擇寄存器 CP 或起动寄存器 ПР 的电平接到这套非符合譯碼器。十二个非符合譯碼器对十二个帶有公共阳极負荷的三极管工作。当开关式排碼寄存器上安排的地址与起动寄存器 ПР（或者根据选擇寄存器 CP）的地址相符合时，这些三极管的阳极上就产生負脈冲，这負脈冲或者使在規定的指令上停机（和起动寄存器 ПР 比較）或者使在讀数或写数到相应的單元中时停机（与选擇寄存器 CP 比較），或者把結果輸出到电子射綫示波器的幕上（与选擇寄存器 CP 比較）。

起动寄存器 ПР 与选擇寄存器 CP 的方框图見图 23。

§5. 脈冲分配器

M-3 計算机是異步工作的，在它整个裝置中沒有統一的能确定工作速度的节拍脈冲。計算机的任何部分接受命令脈冲后，就进行規定的操作，然后发出回答脈冲表示完成这个操作和可进行下一个操作。根据这点，脈冲分配器 PИ 协調程序发送器 ПД 的其它部件的工作。图 24 表示脈冲分配器 PИ 的方框图。脈冲分配器 PИ 得到操作已結束的回答后，把讀出下一指令的命令送往存貯器 ЗУ，同时把这个指令的地址从起动寄存器 ПР 送到选擇寄存器 CP。当从存貯器 ЗУ 傳来关于讀出指令已結束的回答脈冲后，脈冲分配器 PИ 再根据操作碼往存貯器 ЗУ；操作器 БО；选擇寄存器 CP；起动寄存器 ПР；运算器 АУ 和局部程序发送器 МПД 发送各种控制脈冲。脈冲分配器 PИ 的工作循环的全部过程由八个节拍（0—7）組成，通过的拍数由三位的脈冲分配計数器来記录。拍的內容可以根据执行的指令碼而变动。脈冲分配器 PИ 的各元件在执行不同的指令时的工作，可以按照图 25 所示的时間图来了解。

在时間图上有小圈的操作代碼是不能使用的，下面划綫的代

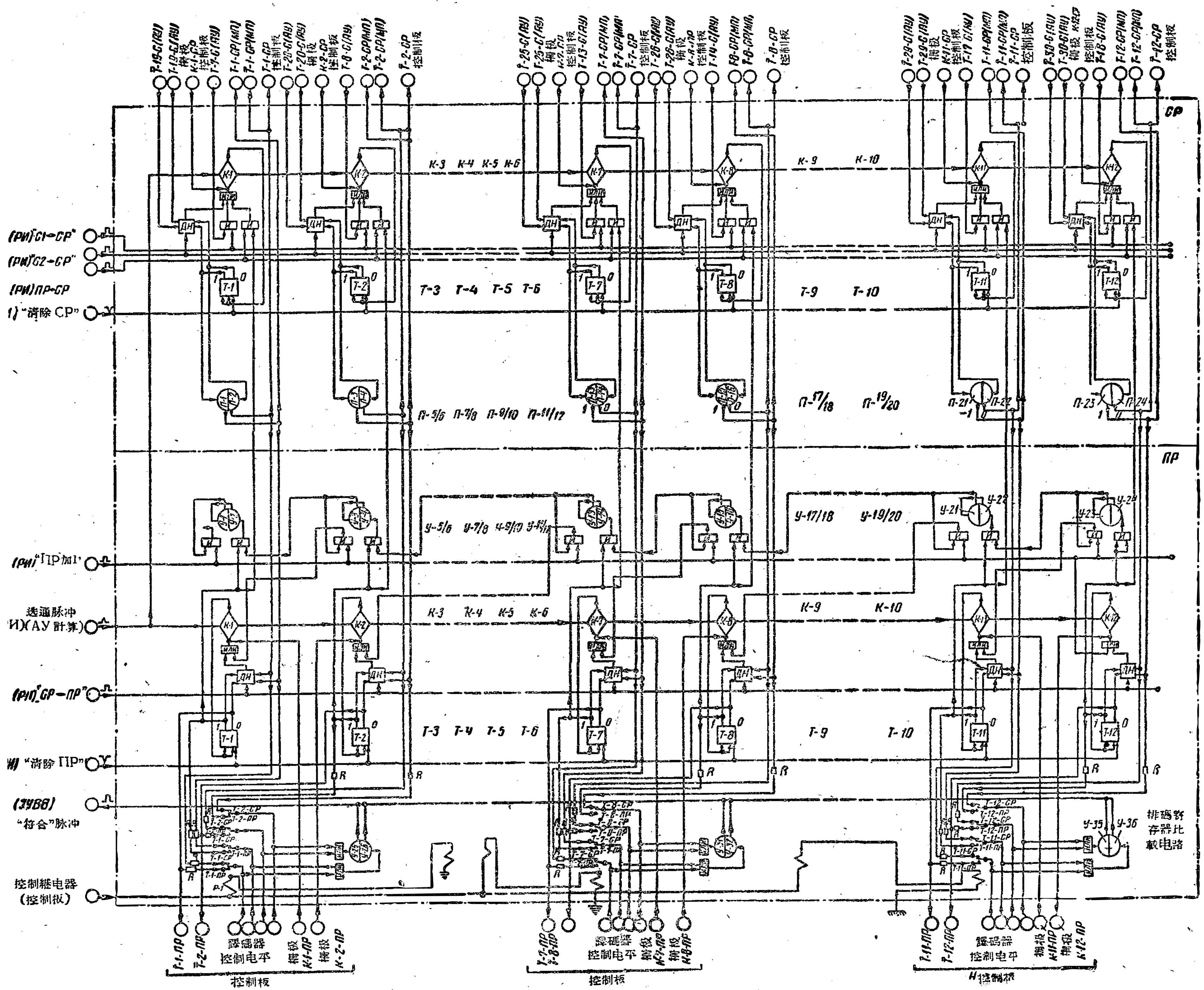


图 23 起动寄存器 ПР 及选择寄存器 CP 方框图

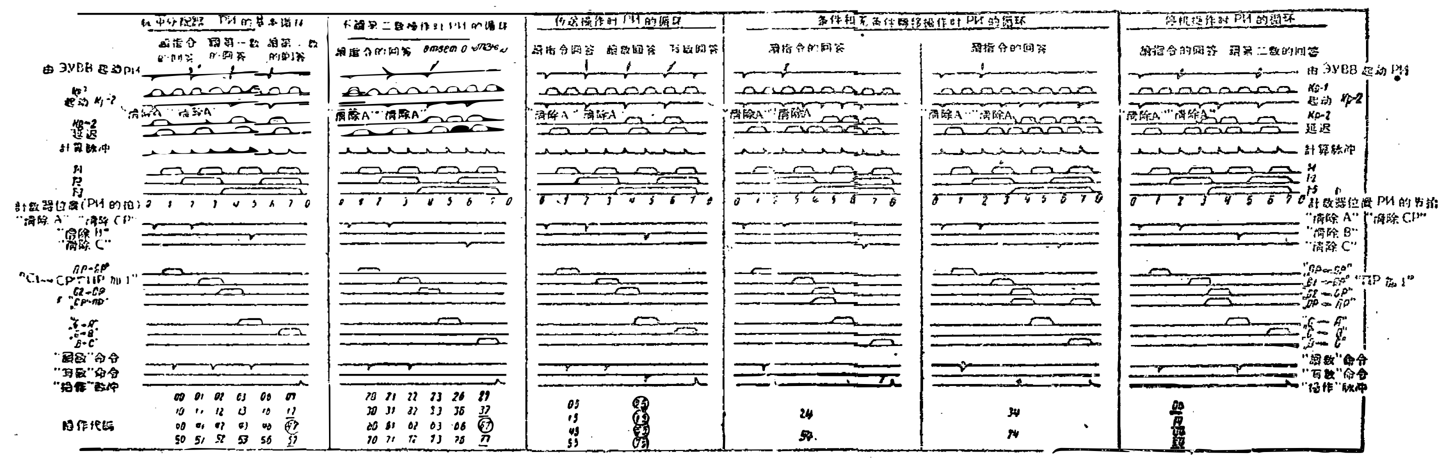


图 25　脉冲分配器 РИ 的时間图

碼使机器停止，因为"操作"脈冲通不过操作器 БО。不使用的代碼 25，35，65，75 的时間图仅仅在 РИ 的第五拍前是正确的。在做代碼 74 和代碼 34 时，如 Т-Зн-В 处于"0"状态（正号），則在第六拍时有允許脈冲"СР→ПР"。

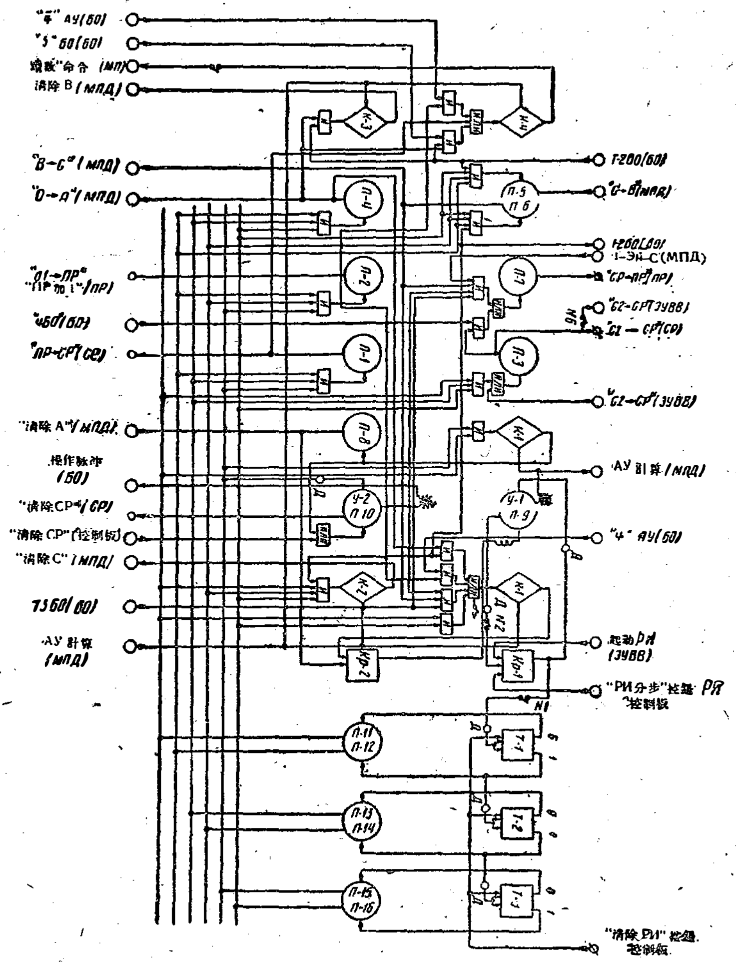


图 24　脈冲分配器 РИ 方框图

第 六 章

存 貯 器

§1. 一般特性

M-3 計算机的存貯器是采用旋轉的涂以鉄磁层的磁鼓，并附有一組写讀信号的磁头。磁存貯器是用来存貯程序指令、原始数据、輔助数据及解題过程中得到的中間結果和最終結果。存貯器的技术数据如下：

容量・・2048个三十一位(連符号位)二进制数字
平均取数时間・・・・・・・・・・・・10 毫秒
写数密度・・・・・・・・・・・・3.2 脈冲/毫米
轉速・・・・・・・・・・・・・・3000 轉/分
鼓的直徑・・・・・・・・・・・・・216 毫米
鉄磁层・・・・・・・・鎳鈷合金，厚 3—5 微米
标誌脈冲頻率・・・・・・・・・・・108 仟赫

存貯器 ЗУ 系并联工作。沿三十一条磁道(三十个数位和一个符号位)同时写入和讀出磁鼓上某一数，这数的地址由标誌脈冲的順序号碼来决定。

§2. 存貯器写数和讀数的工作情况

要存貯一位二进制数，就須有兩个稳定狀态，一个狀态相当“0”而另一个相当“1”。磁性存貯器能够实現所需的稳定狀态。

磁头由有間隙的磁心和綫圈所構成。图 26 表示磁头的作用图。当电流通过綫圈时，磁心中就产生磁通量，它通过間隙成一回路。如果有鉄磁层放在与間隙大小相差不多的距离內，就有一部分磁通量通过鉄磁层。电流中断后，鉄磁层中由于剩余感应的緣故

而留下了一个象小磁鉄一样的磁化区“磁跡”，鉄磁层可以有兩个磁化方向，它的极性取决于綫圈中电流的方向。如果有“磁跡”的鉄磁层在磁头下面移动，在磁头的綫圈內就感应出电动势，这电动势的大小正比于磁通的变化。

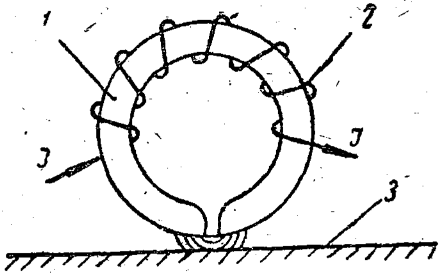


图 26 磁头的作用图
1——磁心；2——綫圈；3——鉄磁层.

讀出信号的形式与“磁跡”的极性有关。如果鉄磁层不被磁化或者均匀地都向某一方向磁化，則在讀数时不产生信号。

M-3 計算机的存貯器采用下述工作方式：鉄磁层預先均匀地向某一方向磁化到飽和。在写“0”时，磁头綫圈中的电流脈冲將磁鉄层向原方向磁化；所以在写“0”时，鉄磁层不改变其原来狀态。写“1”时，脈冲电流向相反方向流，因而磁头下的鉄磁层就被磁化到另一方向的飽和狀态。这样，在讀出所記录的信息时，只有“1”信号才进入到讀数电路，而讀“0”时則沒有信号。

§ 3. 磁　　鼓

磁鼓的外形示于图 27，总图示于图 28。磁鼓、帶动磁鼓的电动机和磁头都裝在用鋁合金鑄成的圓形底板 1 上。用螺栓固定在底板上的鋼法蘭盤 2 是套筒 3 和磁头架 5 的基座，而套筒 3 是鼓的轉动部分 4 的支架。底板下面裝着異步电动机 6，型号为 АОЛП-II。0.25，电动机靠細長的小軸 7 与鼓 4 連接，軸 7 通过套筒的孔与盤 8 相接。这种电动机与鼓的連接可防止鼓受电机偏心和裝置不准确等牽連而发生振动的影响。鼓在兩个高精密度徑向滚珠軸承上轉动。注油器 9 和油管系統 10 保証工作时的潤滑。

鼓的轉动部分 4 系由鍛鋼坯車成，非磁性材料紫銅做成的套管 11 加热紧压在它的上面。經最后車外圓后，將鼓精确地平衡，并鍍以 3—5 微米厚的鉄磁性材料(鎳鈷合金)。

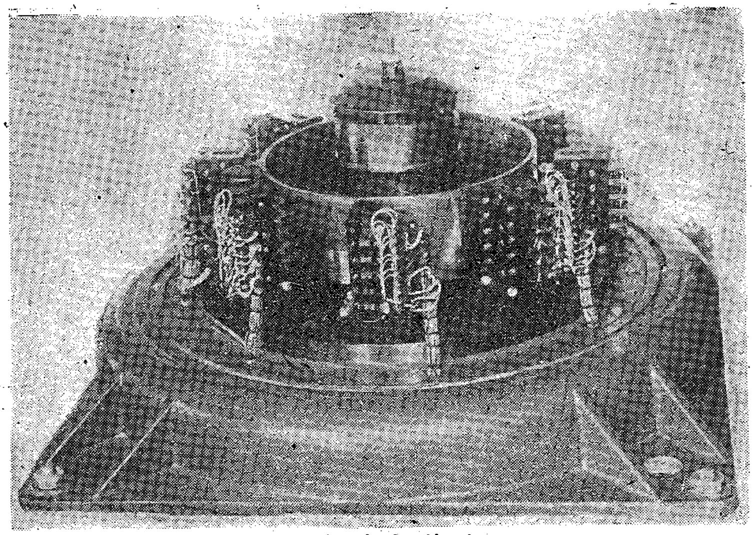


图27　磁鼓外形

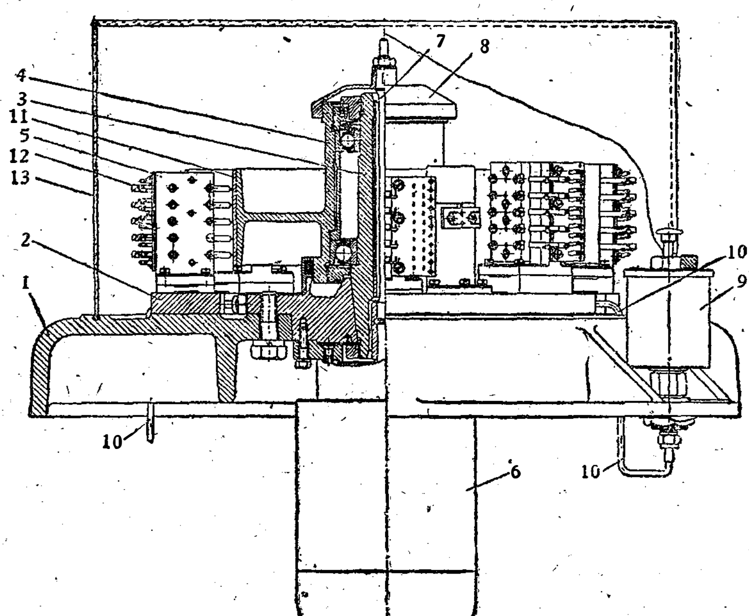


图28　磁鼓总图

写讀磁头 12 每五个一組地固定在八个黄銅的磁头架 5 上，这八个黄銅架則是圍繞轉动部分固定在鋼法蘭盤 2 上。鼓的工作表面的長度为 60 毫米，一条磁道的寬度为 1 毫米。磁头架裝成不同高度是为了使磁头和磁道均匀分布在鼓的全部工作表面上。这个裝置裝上 40 个磁头时，磁道間的間隙是 0.5 毫米，这 40 个磁头中，33 个是同时工作的，其余 7 个是备用磁头，在工作磁头发生机械損伤时，或者磁鼓表面划破时，可以用它来进行工作。磁鼓外面盖着有机玻璃罩13。

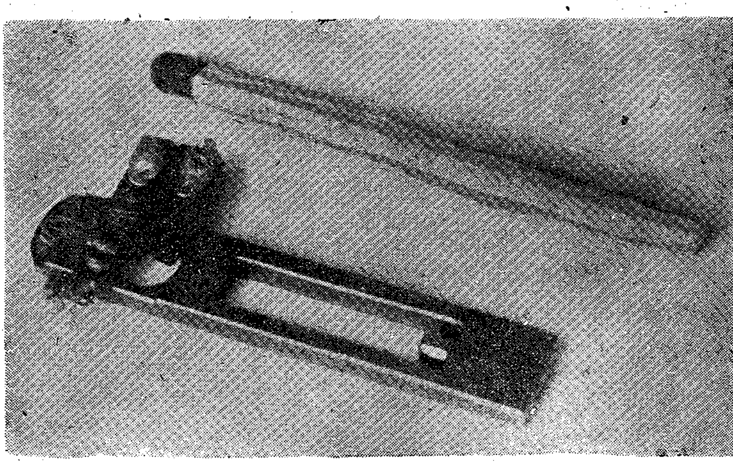


图 29 写讀磁头外形

磁头和鼓表面的工作間隙是 0.02 毫米。图 29 表示磁头外形。

§ 4. 写讀放大器

存貯器 ЗУ 直接与运算器 АУ 的 C 寄存器連接。这种連接电路能够把 C 寄存器中的信号按地址写到存貯器 ЗУ 的任何單元中，并且能够把信息从存貯器 ЗУ 中任何地址的單元讀到 C 寄存器去。C 寄存器的每一位經放大器而与写讀磁头相接。图 30 表示放大器电路。放大器具有写数双三极管 6H8C，电平从 C 寄存器的触发器經阴极跟隨器給到各个三极管的柵极上。此外，在这兩个柵极上还給以正的写数脈冲。选定电路参数和脈冲幅度时，务使

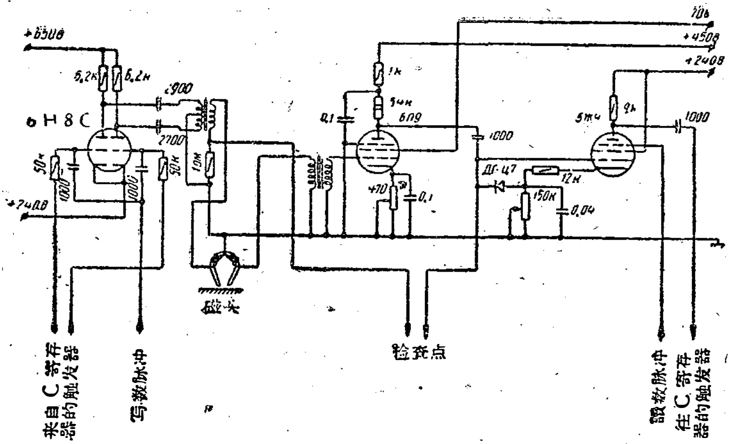


图 30 磁存貯器的写讀放大器电路图

这脈冲随 C 寄存器的触发器所处的狀态,而只能通过双三极管中相应的一个。在双三极管 6H8 C 的阳极回路接入推挽式降压变压器,它的次級綫圈直接接到磁头的写数綫圈。当給以正的写数脈冲时,根据那一个三极管开通,綫圈中便有某一个方向电流。这便实現了写数。

磁头上另一个綫圈,即讀数綫圈,与升压变压器相接,这变压器是接在讀数放大器的第一个管子的柵极回路中的。讀数放大器有两級;第一个管子为 6П9,第二个为6Ж4。第二个管子也起門的作用,它在需要把信号自存貯器 ЗУ 引到 C 寄存器时,有正的讀数脈冲到 6Ж4 的抑制柵极。6Ж4 阳极負載出来的脈冲經电容器給到 C 寄存器的触发器,讀"1"时把它置于"1"狀态。

写讀放大器用可弯曲的屏蔽綫接到磁头。

§ 5. 标誌脈冲和零脈冲 选擇地址的方法

为了得到一系列标誌脈冲,把 2048 个脈冲沿着圓周写在磁鼓的表面上。对着写着这些脈冲的磁道放置标誌磁头。由标誌磁头讀出的信号經过放大和整形而成所需极性和幅度的脈冲,就是标誌脈冲,通到标誌脈冲記数器 СМИ 的門。另一个磁头即零磁头是

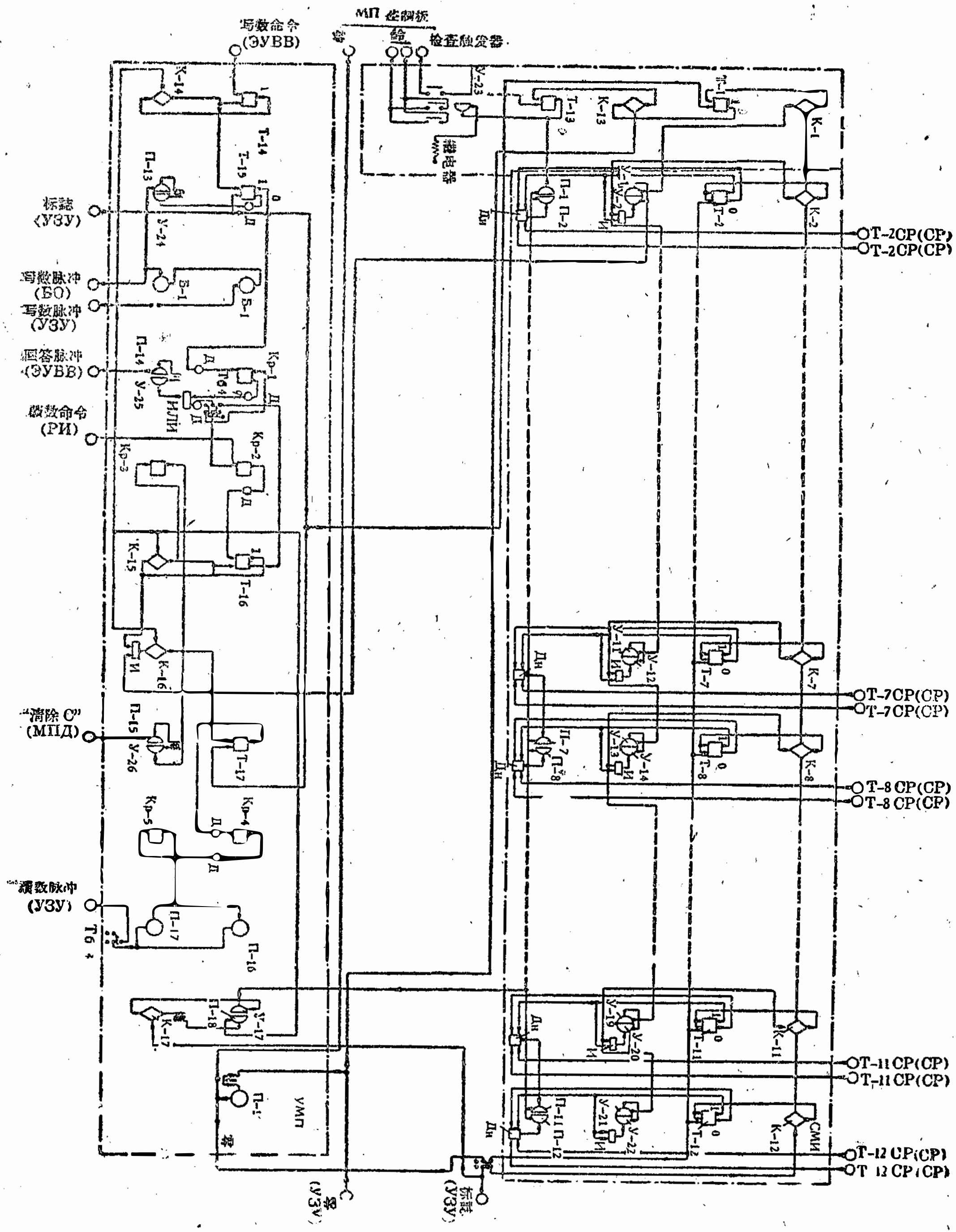


图 31 标誌脈冲計数器、符合电路、檢査电路和存貯控制器的方框图

这样安排的，对着它的鉄磁层上只要一个記录信号。由这个磁头讀出的信号經放大和整形后的脈冲称作零脈冲。零脈冲安排在第2048个和第1个标誌脈冲的时間間隔內。

标誌脈冲計数器、符合电路、檢查电路和存貯控制器的方框图示于图31中。十一位的計数器可以有2048种組合狀态。因此，磁鼓每轉一週，計数器的触发器尽了一次所有可能的組合狀态。計数器的每一个狀态相当于磁鼓的某一完全肯定的位置。在第2048个和第1个标誌脈冲之間，計数器应处于“0”狀态。專門檢查計数器的电路利用零脈冲能檢查出計数器的工作正确与否。如果計数器工作不正确，則計算就中断，而計数器則由零脈冲把它置于正确的位置。

从图32的时間图可以明了檢查电路的工作情况。

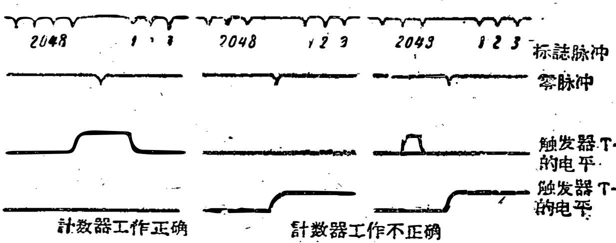


图32 檢查电路的时間图

計数器的所有触发器都經非符合譯碼器而与选擇寄存器的11个触发器联接。这些非符合譯碼器的輸出端分別接到有公共阴极負載的11个三极管6H8C所構成的符合电路上。如果所有11个非符合譯碼器的輸出端上全为低电平时，即选擇寄存器中的信息与計数器狀态符合的瞬間，在公共阴极負載上就出現称为符合脈冲的負脈冲。符合脈冲送到存貯控制器УМП，就能找出磁鼓上的数据。当計数器工作不正确时，檢查电路中狀态为“1”的触发器向电子管6H8C的柵极送出高电平，这管的阴极与符合管的阴极相連，此时，不可能产生符合脈冲，因而导致計算中断。

§6. 存貯控制器

存貯控制器 УМП (見图 31) 在写数和讀数时用来控制存貯器的回路。“讀数”和“写数”的命令由程序发送器送入存貯控制器 УМП。在收到这些命令后，它就等待来自比較电路的符合脉冲。

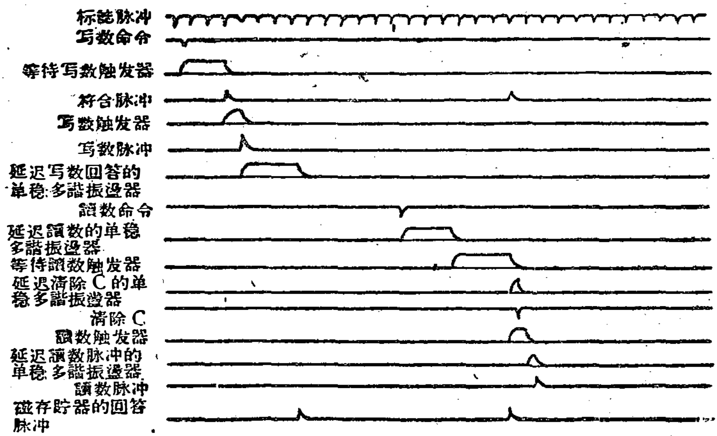


图 33　存貯控制器的时間图

而后便产生送到存貯器回路中放大器去的“讀数”脉冲或“写数”脉冲，及送到程序发送器去的表示讀或写已完毕的“МП 回答”脉冲。从图 33 所示的时間图可以知道在写或讀时，存貯控制器 УМП 的各元件的工作情况。

第 七 章

輸入和輸出数据的設备

§1. 代碼的輸入 帶的鑿孔

輸入到机器的信息包含程序(順序的指令)、原始数据和輔助数字。程序中指令的代碼永远用八进制表示，而原始数据和輔助数字还可用十进制表示。代碼用專用的凿孔机以二进制編碼形式凿在帶上。除了代碼外，帶上还凿有控制輸入設备的輔助信号。輸入設备辨别并譯解帶上的信息，把它变为二进制并送往存貯器。

信息的輸入可以是自动的或人工的。人工輸入时，帶上每个代碼之前还要凿上这代碼要送到存貯器 3У 的哪个單元的地址(号碼)。輸入的控制(起动和停止)是在輸入輸出設备柜的控制板上执行的。因为地址只能用八进制表示，所以人工輸入的信息用八进制来表示。

自动輸入时，根据事先用人工放入的“輸入子程序”自动控制輸入設备。輸入的信息可用十进制表示也可用八进制表示；十进制表示的信息將由子程序把它变换为二进制。自动輸入时，数据要送到存貯器 3У 的哪个單元的地址不打在帶上，而是在执行子程序后得到的。由于輸入設备能自动控制，所以它能够局部地被用作外存貯器。

繼电器、步进选擇器、发送机和电傳打字机的电路示于图 34 中。輸入輸出設备的电子部件的方框图示于图 35 上。

人工輸入时，把穿孔帶放入发送器的試探机構，用开关 B_1 (見图 34)接通发送器的电动机，然后按“接通輸入”按鈕 Кн-1，穿孔帶就开始傳动，发送器的探針也开始試探穿孔帶。信号从发送

器的探針进入輸入寄存器的触发器。当脈冲从发送器的分配机構傳到一次作用綫路后，輸入寄存器的触发器就处于与帶上孔的相应狀态。輸入控制綫路譯解輸入寄存器触发器的組合狀态；如果这个組合相当于数字时，輸入控制綫路就把輸入寄存器和运算器 AУ 的 C 寄存器移位的命令送到局部程序发送器 MПД。此时程序发送器 MПД 发出三个“C 向左移位”的脈冲。因此存在輸入寄存器的触发器 T-3, T-4, T-5 內的信息就傳到运算器 AУ 的 C 寄存器相应的触发器 T-28, T-29, T-30。在发送器穿孔帶移完一列孔之前，就能結束由电子部件执行的全部操作。

发送器的探針試探四列孔后，信息就存放到运算器 AУ 的 C 寄存器的第十九位到第三十位。这个信息就是地址，也是記在这信息后面的数字的存貯單元号碼。从帶上来的下一个組合是“$C_2 \rightarrow$ CP”的傳送命令，这个組合經譯解后，輸入控制綫路产生所需的脈冲，把信息从运算器 AУ 的 C 寄存器的触发器 T-19-C 到T-30-C 傳到选擇寄存器 CP。

随后来的是凿在帶上的十一列孔，由于发送器探針的作用，这些孔轉变成脈冲，使触发器改变狀态并移位后，就放滿 C 寄存器和符号触发器 T-3н-C。帶上数字后面的“写数”組合，經輸入控制綫路譯碼后，发“写数”命令到存貯器 ЗУ，这个命令把 C 寄存器中的信息按选擇寄存器 CP 內的号碼写到存貯單元。

人工輸入可以是連續的或不連續的。如果接通連續輸入开关 B_2（即扳在“連續輸入”位置），那么发送器就拖动穿孔帶，信息代碼也就一个接一个地写到存貯器，直到“数組結束”組合方使輸入停止。如果 B_2 被切断，則“写数”組合能够在写入每个代碼后使輸入停止。这时如要繼續輸入，需重新按“接通輸入”按鈕 Кн-1。

自动輸入时，在运算开始前，操作人員必需先把穿孔帶放入发送器，以后就不要操作人員来控制輸入了。

在自动輸入的情况下，帶上不指出代碼的地址，而是在执行事先引入机器中的程序时，在选擇寄存器 CP 內形成的。因此帶上沒有相当于地址和“$C_2 \rightarrow$CP”傳送命令的孔。自动輸入是当“輸入”命

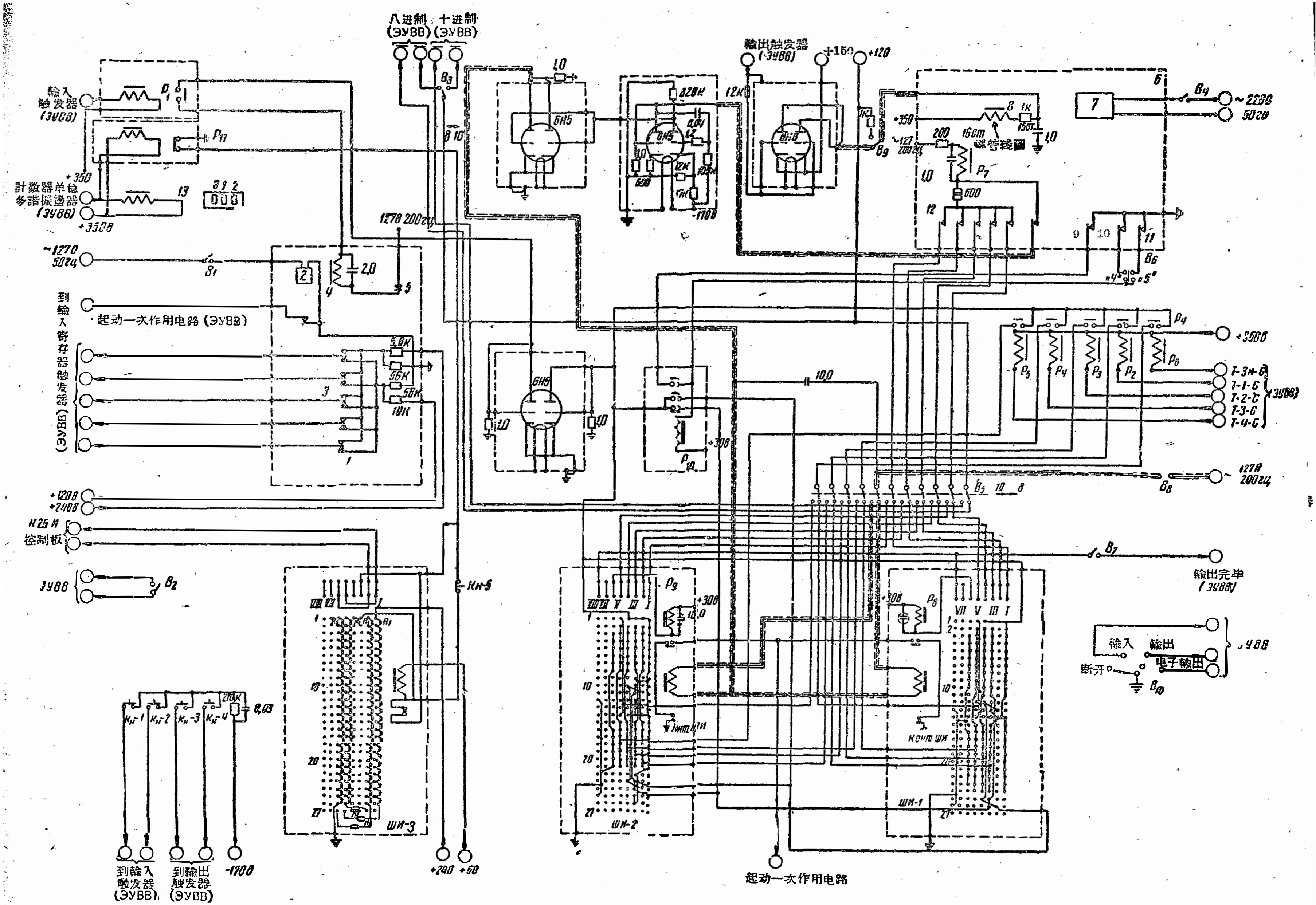


图 34 步进选擇器組、发送器和电傳打字机的繼电器等的电路

1—发送器；*2*—发送器的电动机；*3*—发送器的探針接点；*4*—发送器的电磁离合器；*5*—帶的拖动接点；*6*—电傳打字机；*7*—电傳打字机的电动机；*8*—电傳打字机的电磁鉄；*9*—电傳打字机托架的常閉終端接点；*10,11*—电傳打字机托架的常开終端接点；*12*—电傳打字机繼电器的接点；*13*—机电計数器；

P_1—輸入繼电器；P_2,P_3,P_4,P_5—数位繼电器；P_6—数的符号繼电器；P_7—电傳打字机的繼电器；P_8,P_9—步进选擇器的輔助繼电器；P_{10}—退回托架繼电器；P_{11}—电子輸出器的間隔繼电器；ШИ-1—八进制輸出用的步进选擇器；ШИ-2—十进制輸出用的步进选擇器；ШИ-3—电子輸出器扫描步进选擇器；Кн-1—“接通輸入”按鈕；Кн-2—“切断輸入”按鈕；Кн-3—“接通輸出”按鈕；Кн-4—“切断輸出”按鈕；Кн-5—“調整电子輸出”按鈕；B_1—发送机电动机的开关；B_2—“連續輸入”开关；B_3—“輸入数制”开关；B_4—电傳打字机电动机的开关；B_5—“輸出数制”开关；B_6—“印表型式”开关；B_7—“印数后停机”开关；B_8—步进选擇器繼电器的电源开关；B_9—“連續輸出”开关；B_{10}—計数器的开关。

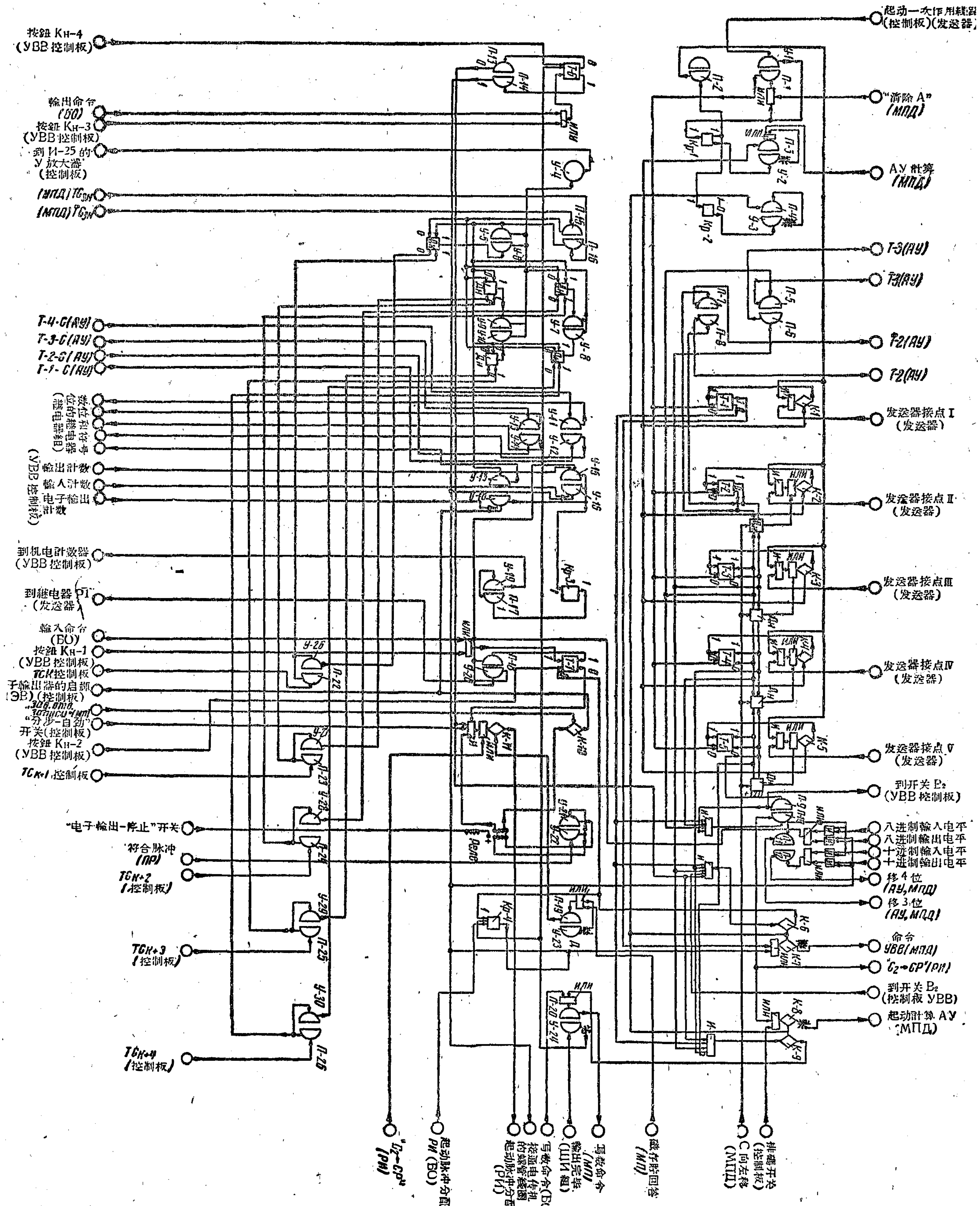


图 35 輸入輸出設备电子部件方框图

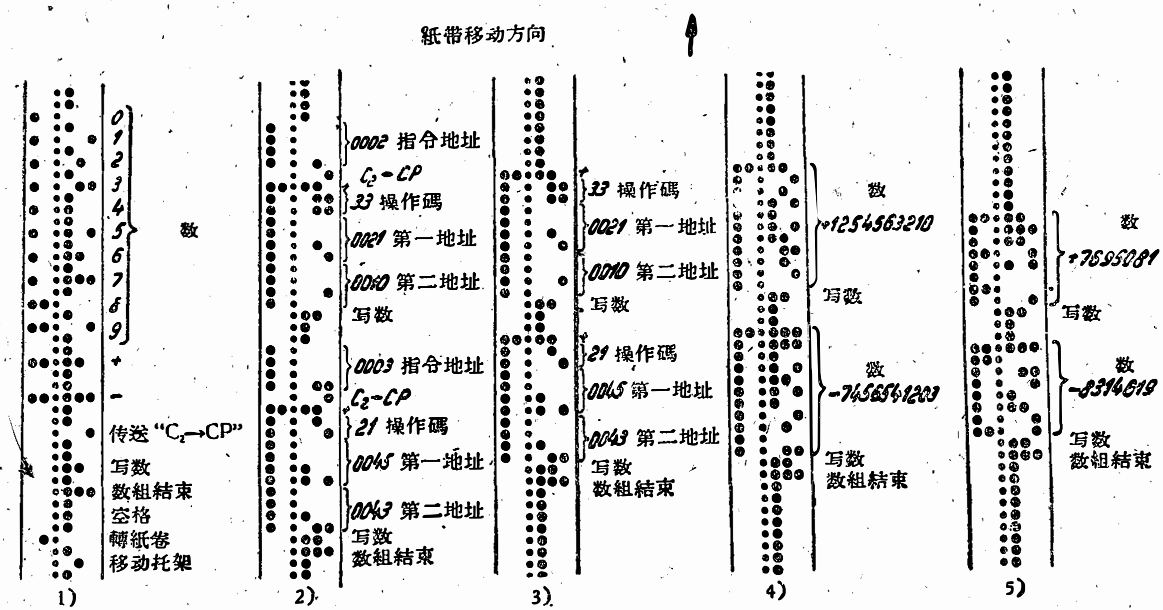


图 36 穿孔帶

1)——穿孔帶上代碼的意义；2)——人工輸入的程序；3)——自动輸入的程序；
4)——以八进制自动輸入的数；5)——以十进制自动輸入的数.

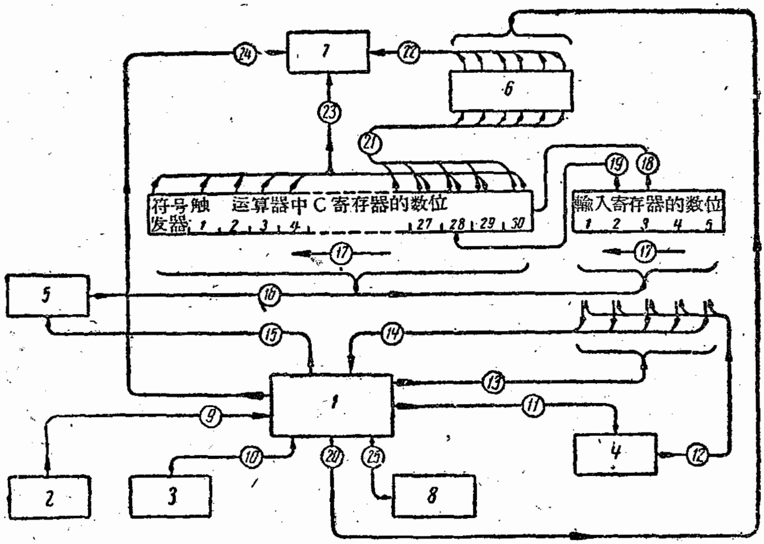


图 37　輸入时各部件的連接簡图

1——輸入輸出設备电子部件 ЭУВВ；*2*——操作器 БО；*3*——控制板；*4*——发送器；*5*——局部程序发送器 МПД；*6*——选擇寄存器 СР；*7*——存貯器 ЗУ；*8*——脈冲分配器 РИ；*9*——自动輸入时，由操作器 БО 到輸入輸出設备电子部件 ЭУВВ 的輸入命令；*10*——人工輸入时，从控制板到輸入輸出設备电子部件 ЭУВВ 的輸入命令；*11*——控制发送器工作的命令；*12*——从发送器向輸入寄存器傳送代碼；*13*——控制輸入寄存器从发送器接收代碼；*14*——根据放在輸入寄存器的代碼对輸入輸出設备电子部件 ЭУВВ 的控制；*15*——С 寄存器和輸入寄存器中代碼的移位命令；*16*——С 寄存器和輸入寄存器中代碼移位的控制；*17*——С 寄存器和輸入寄存器中代碼的移位方向；*18*——按八进制从輸入寄存器向 С 寄存器傳送代碼；*19*——按十进制从輸入寄存器向 С 寄存器傳送代碼；*20*——从 С 寄存器到选擇寄存器 СР 傳送地址的命令“$C_2 \to CP$”；*21*——从 С 寄存器向选擇寄存器 СР 傳送地址；*22*——从选擇寄存器 СР 向存貯器 ЗУ 傳送地址；*23*——从 С 寄存器向存貯器 ЗУ 傳送代碼；*24*——从輸入輸出設备的电子部件 ЭУВВ 到存貯器 ЗУ 的“写数”命令；*25*——自动輸入一个代碼后由輸入輸出設备的电子部件 ЭУВВ 来的起动脈冲分配器 РИ 的控制.

令从操作器 БО 进入輸入控制綫路的瞬时开始的，輸入一数后自动輸入就結束，不仅使发送器停止，并且把“起动 РИ”脈冲送到脈冲分配器 РИ，接下机器去再执行程序的下一个指令。

自动輸入数据和人工輸入数据的穿孔帶的形式示于图 36。

輸入时各个部件的連接簡图示于图 37。

§2. 发 送 器

M-3 計算机采用了 T-50 型发送器。这发送器由拖帶机構、試探机構、电磁离合器和分配机構等組成。用电动机拖动拖帶机構和試探机構。

电磁离合器閉合时，穿孔帶就被拖过五枚探針組成的試探机構。穿孔帶是靠导孔的齿輪拉动的。穿孔帶上导孔的中心与代碼孔的中心在一行横綫上（見图 36）。

試探机構与拖帶机構同步工作。当一行新的孔眼在探針上面通过时，原来在較低位置的探針立即突起；其中有一些对着穿孔帶孔眼的探針，就穿过孔眼。探針固定在槓杆上，在槓杆的另一臂上有常开接点，这些接点只是在有关的探針穿过穿孔帶的孔眼时才閉合。

因此，这些接点显示穿孔帶上在这一瞬間內被試探的孔的組合。

繼續拖动时，探針重新沉下去，然后，上述的过程又重复进行。发送器的分配机構是由与主拖动裝置同步轉动的刀形接点和六个触片組成。

§3. 輸入时各部件的工作情况

发送器的电动机用輸入輸出設备柜的控制板上开关 B_1（見图 34）来开动。当发送器的电磁离合器 ЭМ 閉合的瞬間，开始拉穿孔帶通过发送器的試探机構。人工輸入时，用輸入輸出設备柜的控制板上“接通輸入”按鈕 Кп-1 和“切断輸入”按鈕 Кп-2 来控制輸入；自动輸入时用从操作器 БО 来的輸入命令和用輸入輸出設备的电子部件 ЭУВВ 內产生的“結束輸入”命令来控制輸入。这些命令相应地置輸入触发器 T-7 于“1”或者“0”的狀态。当輸入触发器 T-7 处于“1”的狀态时，輸入繼电器 P_1 的常开接点接通发送器的电磁离合器 ЭМ。穿孔帶就被拖过試探机構。試探机構探針的 5 个接点（每个接点与穿孔帶上一个位置相应）按这一瞬时試探的組合

建立起来．电位从这些接点送出，通过譯碼器和門，把輸入寄存器的触发器置于相应所試探的組合狀态．

輸入寄存器接收信息的瞬时，是决定于发送器中分配机構的活动接点的位置．

这活动接点碰到触片 VI 时，使一次作用綫路动作．这綫路利用氖管和截止放大器形成寬度为几个微秒的負脈冲来推动輸入輸出設备的电子部件 ЭУВВ 的單稳多諧振盪器 Кр-1（見图35），幷置輸入寄存器的触发器于“0”狀态．

單稳多諧振盪器 Кр-1 阳极上的脈冲后沿所形成的正脈冲，經阴极跟随器加到輸入寄存器五极管門的抑制柵极，控制輸入寄存器的触发器来接收信息．又所形成的負脈冲，起动 Кр-2．由 Кр-2 脈冲后沿形成的正脈冲加到五极管門К-6，К-7，К-8，К-9 的抑制柵极．在这些門的控制柵极上給以有关譯碼器輸出端来的电位．这些譯碼器表示輸入寄存器的触发器在不同輔助操作时的狀态．

輸入寄存器成 0·11·[1] 組合时（“写数”或“数組結束”），幷且“連續輸入”开关 B_2 在切断情况，或輸入寄存器成 0·111 組合时（“数組結束”），幷且这开关在接通情况，联接門 К-6 控制柵极的譯碼器的輸出端出現高电平，門 К-6 輸出端产生的脈冲促使輸入停止．輸入寄存器成 1····組合时，在門 К-7 的輸出端产生的脈冲（即“УВВ”命令）起动局部程序发送器 МПД．輸入寄存器成 0·001 組合时，在門 К-8 的輸出端上就有脈冲，这脈冲激发选擇脈冲“АУ 計算”．輸入寄存器成 0·110 組合时，在門 К-9 的輸出端上就有表示“写数”到存貯器 ЗУ 的命令的脈冲．

控制門 К-8 的譯碼器所輸出的电位經阴极跟随器重复后，幷且送到脈冲分配器 РИ 作为“$C_2 \rightarrow CP$”傳送脈冲．

К-7 的“УВВ”命令使在局部程序发送器 МПД 内形成“С 向左移位”和“АУ 計算”脈冲．計数脈冲的数量（3 或 4）以及与此相应的“С 向左移位”脈冲的数量决定于輸入数制：八进制有 3 个移位

1）此点表示，与这位置相应的触发器的狀态幷不影响这个門的工作．

脈冲；十进制有4个移位脈冲。这是由“輸入数制”开关B_3的位置决定的（見图34）。

因此，从穿孔帶来的信息一排一排地傳送到輸入輸出設备的电子部件ЭУВВ的輸入寄存器，然后从低位到高位移进运算器АУ的С寄存器中。

在八进制輸入时，信息（見图35）是以三个二进位代碼成組地进入的。Т-3-ЭУВВ的兩个阳极电位加到运算器АУ的С寄存器的第三十位。在十进制輸入时，信息是以四个二进位代碼成組地进入的。Т-2-ЭУВВ的兩个阳极电位加到运算器АУ的С寄存器的第二十八位。当輸入的信息放在运算器АУ的С寄存器的相应位置后，穿孔帶上打在代碼后面的“写数”組合就被傳送到輸入輸出設备УВВ的輸入寄存器。这个組合經譯碼器譯解，譯碼器的輸出加到門К-9，門К-9阳极电路的脈冲，就是从輸入輸出設备的电子部件ЭУВВ傳送到存貯控制器УМП的“写数”命令。

此外，如果“連續輸入”开关B_2（見图34）在切断情况，“写数”組合又在門К-6阳极电路內引起脈冲，这脈冲置Т-7-ЭУВВ（見图35）于“0”狀态，因此中断了发送器內穿孔帶的拖动。

表示傳送С寄存器的第十九到第三十位內信息的地址到СР去的“$C_2 \to CP$”組合，进入輸入輸出設备的电子部件ЭУВВ的輸入寄存器后，一方面在門К-8阳极电路內引起脈冲，这个脈冲形成选通脈冲，同时，这个組合还給出一个“$C_2 \to CP$”傳送脈冲。

用上述的方法，信息的代碼一个接一个地进入存貯器ЗУ。

§4. 代碼的輸出

輸出的代碼就是計算机进行計算的結果，可在做完程序的个別部分后輸出。在存貯器ЗУ內的任一信息也可以輸出。为了保証輸出时的自动印刷，电傳打字机的电动机必須在計算机开始計算前用开关B_4来起动（見图34）。同时也必須根据輸出方式是八进制或十进制，和印成4欄或5欄，把“輸出数制”开关B_5和“印表型式”开关B_6放在所需的位置。

运算器 AУ 的 C 寄存器内的計算結果，如执行的指令要求把它印出时，在把它写到存貯器 ЗУ 后，操作部件发"輸出"命令到輸出控制部件，輸出控制部件激励电傳打字机的电磁鉄，于是，步进选擇器配合电傳打字机印出結果。

根据事前規定的輸出数制，与运算器 AУ 的 C 寄存器的最高三位或四位的触发器或符号位触发器 T-Зн-C 的狀态相应的电位，通过繼电器的接点傳送到步进选擇器的触片。与电傳打字机繼电器的接点相連的五把弧刷，即步进选擇器的活动接点顺序接触所有各行触片。因而，在步进选擇器的触片上的电压組合，就一列接一列地順序傳送到电傳打字机的繼电器的接点。这时电傳打字机就动作，使它的譯碼尺处在某一位置，在这种位置时电傳打字机只能执行它所能执行的操作当中的一种。电傳打字机所能执行的操作是：印字母或数字；把托架向左移一位（"空格"）；把托架退回到最右边的开始位置或者轉动紙卷以便印下一行。

步进选擇器的各行触片是这样排列的，使得第一行碰到弧刷时印刷符号，然后一位接一位地印出整个数，此后再打几个間隔空格，如果需要换行时則轉一下紙卷，然后退回托架。

在步进选擇器上除了上述的五把弧刷外还有三把輔助弧刷。弧刷 VI 沿着触片通过，在一定瞬間，便把信号傳送到輸出控制电路，发移位命令給局部程序发送器 МПД。当这移位命令到来后，局部程序发送器 МПД 傳送脈冲到运算器 AУ 的 C 寄存器，这脈冲根据开关 B_5 的位置使信息向左移三位（在八进制的輸出时）或向左移四位（在十进制的輸出时）。在印出要輸出数的每一位后，上述操作是必須的，为的是使 C 寄存器的最高三位或四位，每次能得到接着要印的几位新信息。这 C 寄存器的最高几位是通过数位繼电器联接到电傳打字机的。輸出数印完后，使輸出停止（相应的繼电器断开，步进选擇器的弧刷轉动停止）的信号从步进选擇器的弧刷 VIII 来到輸出控制电路，因此这电路就送出为执行以下程序所需的脈冲"起动 РИ"。

輸出时各个部件的連接簡图示于图 38。

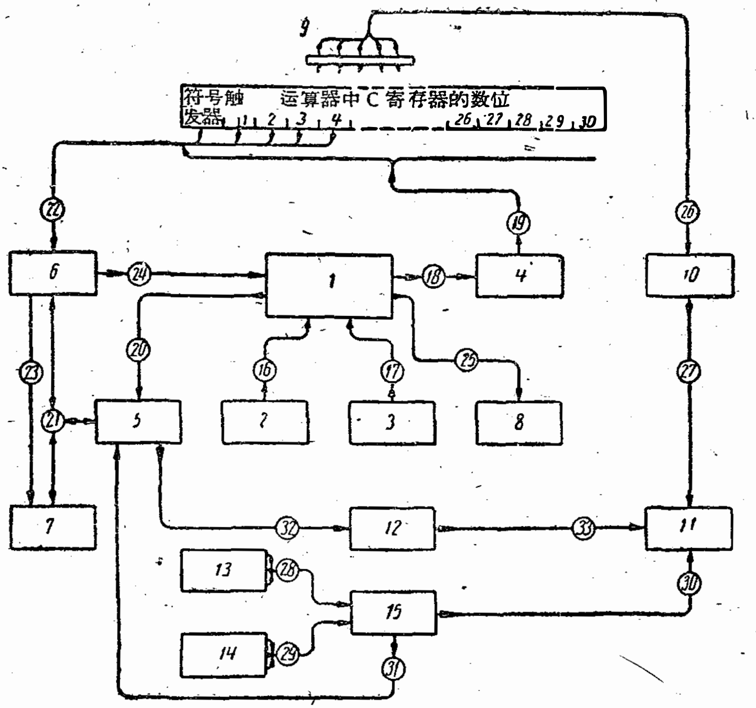


图 38　輸出时各部件的連接簡图

1——輸入和輸出設备电子部件 ЭУВВ；*2*——操作器 БО；*3*——控制板；*4*——局部程序发送器 МПД；*5*——繼电器組；*6*——步进选擇器組；*7*——电傳打字机；*8*——脈冲分配器 РИ；*9*——电子輸出器的量程选擇开关；*10*——触发器电平混合器；*11*——电子示波器；*12*——电子輸出器的扫描步进选擇器；*13*——选擇寄存器 СР；*14*——排碼寄存器；*15*——电子輸出器的符合电路；*16*——从操作器 БО 到輸入輸出設备电子部件 ЭУВВ 的“印刷”命令；*17*——从控制板到輸入輸出設备 ЭУВВ 的“印刷”命令；*18*——C 寄存器中代碼的移位命令；*19*——C 寄存器中代碼移位的控制；*20*——接通电傳打字机电磁鉄的命令；*21*——步进选擇器、繼电器和电傳打字机間之联系使印出的結果的数有一定数量的数字和排成一定欄数的表格；*22*——自 C 寄存器向步进选擇器傳送数碼；*23*——自步进选擇器向电傳打字机傳送数碼；*24*——輸出結束的信号；*25*——輸出結束后起动脈冲分配器 РИ 的命令；*26*——C 寄存器的五个触发器的电平从量程选擇开关傳到混合器；*27*——將正比于数的最高五位的电平，从混合器送到示波器的垂直偏轉板；*28*——选擇寄存器 СР 的触发器的电压向符合綫路傳送电平；*29*——开关式排碼寄存器向符合电路傳送的电平；*30*——向示波器的射綫发亮电路傳送符合信号；*31*——向水平偏轉电子束的起动綫路傳送符合信号；*32*——电子輸出器的扫描步进选擇器的控制；*33*——电子輸出器的扫描电压.

§5. 输出时电傳打字机的工作情况

输出所需的中間和最后結果用的印刷設备是电傳打字机。电傳打字机是电动印刷机，它有許多輔助机構：如分配机構；譯碼机構；凿孔机構和电傳打字机的繼电器 P_7 等(見图 34)。

所有上述这些机構协同作用时，就把加在分配机構输入端的电信号組合轉化为印刷机構的某一扳杆的打击动作。当打击时，卷紧在轉軸的紙帶上得到所需符号的痕跡(字母、数字等)。与印刷的同时，凿孔机構能够按所印刷的符号在紙帶上凿孔。在印刷每个符号时，托架(电傳打字机的移动部分)自动向左移动等于一个活字寬度的距离。

除了印刷符号的組合外，还有一些能引起下列操作的組合傳送到分配机構输入端：空格(托架向左移一位，但不印刷)；退回托架(托架移到最右边的位置)；轉紙卷(紙帶向上移轉一行)。

分配机構由六个常开接点和凸輪軸做成，凸輪軸順序地接通这六个接点，第六个接点用来使工作同步。其余五个接点的回路分别接"地"，或"空載"(断开)，总共可能有 $2^5=32$ 个不同的組合。电傳打字机的繼电器 P_7 (見图 34) 的綫圈的一端接 +60 伏的电压。在这个綫圈的另一端利用分配机構的第 I, II, III, IV, V 接点順序地接上从各输入回路来的电位。当接"地"时，电傳打字机的繼电器就动作，当"空載"时，电傳打字机的繼电器不工作。

这样电傳打字机的繼电器順次地反应着每个接点的狀态，并重复表达加在电傳打字机分配机構的输入端上的信号組合。繼电器的衔鉄控制五个譯碼尺的位置。

在某一瞬时，例如，相应于分配机構的第 III 接点动作的瞬时，如果繼电器的衔鉄被吸住(分配机構的接点 III 接地)，則第三譯碼尺就向右移动。分配軸轉一周(第 VI 接点的接通作为轉一周的开始)，就得到所有五个譯碼尺位置的一个組合，这組合相应于分配机構输入端上的信号。

每一个譯碼尺的組合只有一支印刷机構的扳杆可以通过这些

譯碼尺的槽，只有焊在这扳杆上的字母能印在紙上。M-3 計算机在計算时，电傳打字机的电动机始終接通的，分配軸始終在轉动。第 VI 个接点是用来使印刷的开始跟分配軸的位置同步。封鎖电傳打字机的繼电器和印刷軸的專門綫路要在某一瞬时动作，是决定于分配机構的第 VI 接点。

要否輸出(印刷)信息是由程序本身来决定。輸出的信息可用八进制或十进制表示(十进制时，程序中在輸出指令前需包含变为二进制代碼形式的子程序)。根据所选的表示輸出信息的数制，在开始計算前，操作人員在輸入輸出設备柜的控制板上把輸出数制开关 B_5 (見图 34)扳到“8”或“10”的位置，使連接到相应的步进选擇器綫路(八进制輸出时，接 ШИ-1，十进制輸出时接 ШИ-2)。

M-3 計算机采用了附有复凿孔設备的卷式电傳打字机，所以也可在得到凿有計算結果的穿孔帶。这穿孔帶可以長期保存，或在下次計算时直接輸入計算机。复凿孔的机構是用專門的扳杆来开动的。以所需的間隔和欄数来印刷計算結果，是用一标准的步进选擇器 ШИ-25/8 来控制的。

有些使用計算机的情况，需要变換輸出数据的类型(輸出的位数、空格数及其它)，可以在 ШИ-25/8 的底座上制造新部件，把它裝在相应的插座上以代替 ШИ-1 或 ШИ-2。

步进选擇器的触片按行(每行八个触片)和列(每列二十七行)排列。步进选擇器的弧刷(根据列数共有八个弧刷)在步进选擇器的繼电器每次动作后就移动一行。触片的最后一行(第二十七行)經过弧刷的接点与第一行接通。因此，弧刷的触点便順序地試探二十六个不同的行。

輸出操作时，被輸出的数原存放在运算器 АУ 的 C 寄存器內。数的符号和这个寄存器的最高 4 位通过放大管 У-11, У-12, У-13, У-14 和 У-17 (图 35) 激励数位繼电器 P_2, P_3, P_4, P_5 及符号繼电器 P_6 (图 34)。如果 C 寄存器中有关的触发器处在“1”的狀态，繼电器就工作。

工作狀态的繼电器的常开接点就把“地”电位加到与这些接点

連接的步进选擇器的 II, III, IV 和 V 列的触片。这样，C 寄存器的最高四位和符号位的狀态組合就傳往步进选擇器的有关触片。这个組合通过步进选擇器的弧刷和电傳打字机的分配机構进入电傳打字机的繼电器 P_7，因此，相应的字母就印出来了。

举一个例子观察按十进制輸出数据的步进选擇器的工作情況。步进选擇器的弧刷試探第一行时，就引起数的符号的印刷。因第 V 列的触片与符号繼电器 P_6 的接点相連，第 I, II, III 和 IV 列的触片皆接以“地”电位，傳送到电傳打字机的分配机構的組合是 11111 或 11110，这組合引起“+”或“−”符号的印刷。当試探第 2 行薄片时，弧刷促使印刷輸出十进制数的最高位。这时第 I 列的触片与地相連，而第 II, III, IV 和 V 列的触片分别与繼电器 P_2, P_3, P_4, P_5 的接点相連。为了順序地印刷十进制輸出数的各位，必需在适当时机，在C寄存器內把要輸出的数向最高位移动(左移)四个二进数位。在这个情况下，下一个十进制的位以二进制代碼的形式放置在 C 寄存器的第一、第二、第三和第四位上，使有关的繼电器工作，并傳送这些触发器狀态的組合到步进选擇器的有关触片上。

C 寄存器內的移位与步进选擇器弧刷轉动的同步是利用一次作用綫路来实現的，当第 VI 弧刷接“地”电位时，一次作用綫路与輔助繼电器 P_9 的接点协調工作，并与步进选擇器 ШИ-2 上繼电器的接点同步。因而，当步进选擇器的弧刷达到第三行时需要使一次作用綫路起作用。要做到这样需把第 VI 列的第三行的触片接“地”。

第四、五、六、七和第八行跟第三行同样接綫。步进选擇器的弧刷順序試探上述这些行，就促使印出要輸出数的所有十进制数位。当步进选擇器的弧刷接触到第九、十、十一、十二和第十三行触点时，电傳打字机打“空格”。印数以后，輸入輸出設备的电子部件 ЭУВВ 发出“輸出結束”命令，引起脈冲分配器 РИ 的起动，以便执行下一指令。为此，第VIII个弧刷与“起动 РИ”电路連接，当它接触到第十二行接点时，就把“地”电位加到脈冲分配器 РИ 电路。

被輸出的数据印成表的形式，这表根据“印表型式”开关 B_6（在輸入輸出設备柜的控制板上）的位置而印成 4 欄或 5 欄。例如把开关 B_6 扳到“4”的位置，能使电傳打字机的托架在印完 4 欄数后退回原位。为了使托架在所需瞬时退回，因而利用了两个經翻轉开关 B_6 轉接的“終端开关”，第一个开关在数印刷成 4 欄时起作用，而第二个开关在数印成 5 欄时起作用。

当一个終端开关动作时，退回托架的繼电器 P_{10} 就接通幷自己保持。終端繼电器在这时把步进选擇器的“空格”組合与“移动托架”組合連接，又使下行的“空格”組合与“轉紙卷”組合連接。当托架退到它的开始位置时，常通的終端接点就动作，它断开退回托架的繼电器 P_{10} 的供电电路，消除了这繼电器的自保。

为了輸出指令碼，步进选擇器組中有这样一种連接触片的方法，使得在紙上印刷的是一欄程序。为了便于閱讀印出的指令，符号、操作碼、第一地址和第二地址之間都用空格隔开。在印完一条指令后就退回托架和轉紙卷。

§ 6. 輸出时各部件的工作情况

計算开始前，在輸入輸出設备柜的控制板上用开关 B_4（見图 34）来接通电傳打字机的电动机。

触发器 T-6-ЭУВВ（見图 35）用来控制輸出的起动和停止，这个触发器在調机时可用“接通輸出”按鈕 Кн-3（輸入輸出設备柜的控制板上）將其置于“1”的狀态，或者当自动工作时由操作器 БО 来的“輸出”命令而置于“1”的狀态。置触发器 T-6-ЭУВВ 于“0”狀态也有两种方法：1）用“切断輸出”按鈕 Кн-4（輸入輸出設备柜的控制板上）；2）用从步进选擇器的第 VII 弧刷来的命令，这个命令是当步进选擇器的弧刷触及帶有 30 伏电位的触片时得到的。T-6 通过放大器激励电傳打字机的电磁鉄，而后电傳打字机和步进选擇器的同步綫路协調工作。

电路上还接入一些輔助开关以便調整和檢驗（見图 34）：“印数后停机”开关 B_7 在印出数字后把脈冲分配器 РИ 的起动电路断

开；B_8 用以断开步进选择器的繼电器的电源；“連續輸出”开关 B_9 使 +150伏电压加到电傳机的电磁鉄綫圈，这就使得連續的印刷与其它机器部件的狀态无关。

§7. 輸入輸出計数器

輸入輸出設备柜的控制板上裝有机电計数器，用来計算已做过的輸出或輸入操作的次数。

在放大管 У-16, У-15, У-18（图 35）上給以相应于輸入、輸出或者电子輸出的脈冲，用輸入輸出設备柜控制板上的計数器工作方式的开关 B_{10} 来选擇那个电子管要計数，这些电子管的阳极电路彼此連在一起，阳极电路的脈冲起动單稳多諧振盪器 Кр-3（ЭУВВ），再通过 П-17 和 У-19（ЭУВВ）激励电磁計数器的綫圈。

§8. 电子輸出器

电子輸出器 ЭВ 用以使示波器的幕上产生一个图象，在图象上沿縱座标显示的量正比于輸出数的前五位的数值，而沿横座标显示的量正比于已作过輸出的次数。电子輸出器 ЭВ 本身是一个用来向示波器的垂直偏轉放大器上加入信号的設备，这信号是保存在 C 寄存器的被选取的五位中。

主控制板上的量程选擇开关用来选擇 C 寄存器的位，以便送到电子輸出器 ЭВ 电路。被选取位的“1”狀态电位分别送到有关的放大器和阴极跟随器 У-26, П-22, У-27, П-23, У-28, П-24, У-29, П-25, У-30, П-26（图 35）。它們安裝在輸入輸出設备的电子部件 ЭУВВ 中。符号位触发器 C 的电位和所选的五个 C 寄存器的触发器的电位分别送到累計管：У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-10（图 35）上。

各触发器的阳极电压降按下列总电平中的分量达到輸出端：

Т-Зн-С	32
Т-К-С	16
Т-К+1-С	8

T-K+2-C 4

T-K+3-C 2

T-K+4-C 1

这里的K可为0,1,2,…,26.

射綫在示波管縱方向中心位置时表示为0，当符号为正时，偏轉至0綫以上；当符号为負时，偏轉至0綫以下；同时当符号为負时偏轉的大小相应于輸出值对32的补数。为此，把T或者$\bar{T}$的电位从相应的触发器中送至累計管上，当符号为正时，把T的电位加到累計管上；当符号为負时，則加$\bar{T}$的电位于累計管上。这种选擇是利用譯碼器来实現的，譯碼器的輸出信号分别送到有关的累計管上。上述的譯碼器在構造上与普通的非符合譯碼器相同。

从起动寄存器ПР得到符合脈冲时，使示波管的阴极的射綫发亮光。符合脈冲标誌着这一瞬間在选擇寄存器CP內的地址，就是要进行电子輸出的数的地址，而沿縱軸偏轉的图象正比于C寄存器中要輸出的結果的数值。这时利用了被輸出的結果的前五位。电子輸出器ЭВ的量程选擇开关能使射綫的偏轉正比于C寄存器中一連串的任何五位。所以要这样是因为如果数的最高有数值的位并不是放在C的最高位时也能得到函数图象。

如果主控制板上的开关“ЭВ-停在所需地址”放在“ЭВ”位置，經У-21和У-22(图35)整形的符合脈冲送到門К-10(图35)的控制柵上，从存貯控制器УМП发出的写数脈冲經整形后加到К-10的抑制柵极上，从К-10阳极出来的脈冲加到示波管的阴极上。此外，使示波管的橫軸偏轉板上加上間距的扫描。每輸出一次，射綫点在橫軸方向移动一定的間隔。

計数器开关B_{10}(見图34)处在“电子輸出”位置时，Кр-3-ЭУВВ控制間隔繼电器P_{11}。P_{11}的常閉接点断开时步进选擇器ШИ-50/4(見图34的ШИ-3)开始动作。这步进选擇器的触片接上50头的推挽式固定分压器；从弧刷上取得的电压加到示波管的橫軸偏轉板上从而保証射綫沿橫軸方向的扫描。

示波管 ЛО-736 的余輝，保証在一分鐘內还可看到屏上的曲綫。50 次电子輸出后，射綫沿横軸返回到原点。輸入輸出設备柜的控制板上有"調整电子輸出"按鈕 Кн-5（見图 34），用来在計算开始前調整射綫到原点。按 Кн-5 时扫描步进选擇器 ШИ-3 开始动作，它的弧刷一直轉动到原点为止。这时步进选擇器的繼电器綫圈的电源不經 Кн-5 而由弧刷 III 接通，于是中断弧刷的轉动。

第 八 章

M-3計算机的电源

§1. 电源系統

M-3計算机接用220伏50赫的三相交流市电。市电的电压直接供給发电机組、通风机和輔助設备(示波器、烙鉄等等),同时也供給控制和保护电路。所需总功率約为10瓩。

为了减少外路市电电压起伏的影响,整流器和电子管的灯絲电路由240伏200赫的三相內路电压供电,采用了高頻率的內路电源,因而縮小了电源变压器和濾波器的外形尺寸。

电源設备由发电机組和电源柜組成。发电机組包括A-62型異步电动机;ЧC-7型240伏200赫高頻发电机和供給240伏直流电压的ПH-68型直流发电机。

电源柜中裝有用来供給其余电源电压的整流器和电子稳压器、控制板、控制、保护和信号电路等。所有主要电源和輔助电源的通断在电源柜的控制板上操縦。所有的电源都由可弯曲的連接电纜饋送到計算机的各柜。

供給計算机的电源应具有下列参数:

1. 220伏50赫的三相市电,可供的功率不低于15瓩。电压的允許起伏为+5%—-15%,頻率的允許起伏为±2%。

2. 240伏200赫的三相內路电源,功率不低于12瓩。当市电电压和頻率的起伏在允許的条件下,負荷改变±50%时,頻率的允許起伏为1.5%。

3. 电子管的灯絲电压应在5.9—6.2伏之間。

主要和輔助直流电压的电源参数列于表4。

表 4

額定电压 伏	負荷的計算电流 安	在負荷电流改变±50%和市电起伏为允許条件之下，电压的允許波动 伏
+70	0.75	±2
+120	1.0	±1.5
+150*	2.5	±1.5
+240	10	±5
+350*(經稳压)	0.75	±6
+350	4	±15
+450	4	±25
−170*	2.5	±2
30	4	±5
60	4	±10

帶*号的电压应至少能在±15伏的范圍內均勻地調节.

§2. 发电机組

电源发电机組用来供給240伏200赫的三相交流电压和240伏的直流电压，这些电压先送入电源柜，由此再送到計算机的其它各柜。

发电机組由三部电机組成：220伏50赫，接用市电的功率为14瓩的A-62型異步电动机；額定电压为230伏，功率为4.8瓩的ПН-68型直流发电机；功率为14瓩的ЧС-7型交流发电机。

这三部电机用皮帶联动。为了提高ПН-68型发电机的电压，它的轉速从1,500轉/分提高到1,800轉/分。发电机的激磁繞組經电子稳压器供电。

ЧС-7型发电机以自激式运行。安裝在发电机机壳內的硒整流器由稳定变压器供电。当負荷改变时，此稳定变压器可保証激磁电流自动改变，以便保持发电机輸出的电压不变。整流器和变压器在出厂时就与发电机裝配在一起。

为了使发电机的电压于接通后逐漸的上升，在ЧС-7发电机

的激磁电路内串入一个由特殊电动机来控制的变阻器。

电动机、二个发电机和稳定变压器都安装在一个焊接制成的鋼架上。利用鋼架結構可以把电动机組安裝在基座上，也可以安装在地板上。

电源发电机組可安裝在另一房間內。

§3. 电 源 柜

在电源柜內 240 伏 200 赫的內路电压轉变为供給計算机所需的直流电压，对某些电压进行稳压，并把电压分送到計算机的各柜。电源柜內裝有整流器、稳压器、控制、保护和机器供电的信号电路以及檢查仪表。

机器电源的接通和切断是在电源柜的控制板上进行的。

发电机組向电源柜饋送下面几种电压：220 伏 50 赫交流电；240 伏 200 赫交流电和 240 伏直流电。从电流柜分兩組向計算机的其它部分輸送各种电压。一組供給計算机各电路的所有直流电压；另一組供給所有柜交流电压和輔助直流电压。为了把电压送到各柜，在电源柜的底部裝有插座：4 个十六接点的插座供直流电压用；4 个三十接点的插座供交流电压和輔助直流电压用。

§4. 整 流 器

电源柜的整流器是按拉里奥諾夫(Ларионов)的六相桥形电路裝配的，輸出端有Γ型 LC 濾波器。用 ABC 型硒整流器整流。整流器的三相变压器由 240 伏 200 赫的电源供給。

所有变压器的綫圈上都有抽头，供初步調整电压之用。濾波扼流器有兩个綫圈，根据电流的大小，可串联或并联。

电源柜中共有五个整流器：

1) 供給 −170 伏的稳压器和参据电压的电源；

2) 供給 ПН-68 型发电机的电子稳压器和 +350 伏的輸出电压；

3) 供給 +350 伏的稳压器和 +450 伏的輸出电压；

4）供給＋70伏的稳压器；

5）供給30伏和60伏的輔助电压。

§5. 稳 压 器

电子稳压器稳定下面这些电压：－170，＋70，＋120，＋150，＋350伏和ПН-68型发电机的电压。它們都是补偿式调整器，同时也是一种負反饋放大器。稳压器的輸出級用6Н5С型調整管，它們与負荷串联，当負荷电流或者供給稳压器的整流电压改变时，稳压器輸出端的电压保持不变。

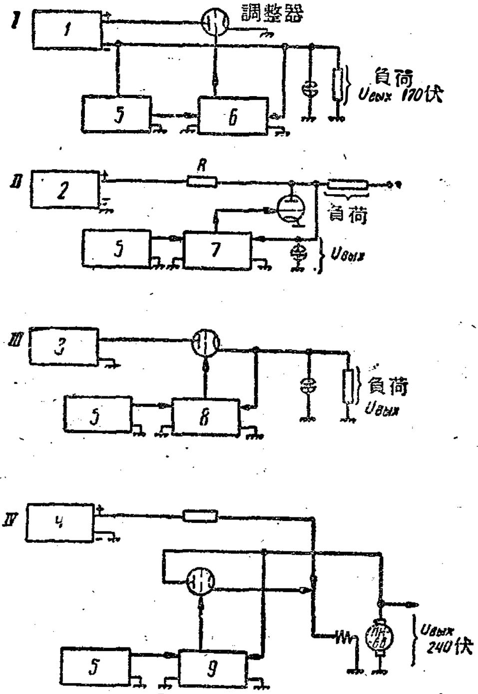


图39 稳压器的简图

I——－170伏的稳压器；II——＋150伏的稳压器；III——＋350 ＋120，＋70伏的稳压器；IV——ПН-68型发电机激磁的稳压器；
1——整流器；*2*——ПН-68型发电机；*3*——整流器或ПН-68型发电机；
4——整流器；*5*——参据电压源；*6*，*7*，*8*，*9*——微分放大器；$U_{вых}$——輸出电压。

稳定电压和参据直流电压之間的差，經过稳压器的微分放大器放大后，加在調整管的柵板，变动調整管的电阻，于是抵消所输出的稳定电压的变动。

其实稳压器本身就是一个靜态調压器，放大器的放大系数越大，它的靜态性越小。稳压器的簡图見图39。

参据电压源用CT-3C型气体稳压管，它給出150伏的稳定参据电压。气体稳压管由－170伏的稳定电压供电。

§6. 保护电路

在接通高压直流电的磁起动器的按鈕电路內，串有几个保护繼电器的接点。正常工作时，所有保护繼电器的接点都閉合；当供电电路发生事故时，接点断开，磁起动器就切断机器各个部分的直流电压。保护繼电器受以下控制：1)八个灯絲变压器的每一变压器。如果其中一个变压器沒有240伏200赫的电压，繼电器就切断保护电路；2)保險电路的信号。

保險絲分置成五組：一組交流和輔助直流电压的保險絲和四組直流电压保險絲。这四組中的每一組通过各自的插头把直流电压輸送到計算机的其它各柜。

相应于保險絲的組数，在电源柜的控制板上有五个指示灯。当某一組中任何一个保險絲燒断时，信号接点就閉合，有关的繼电器起作用，切断直流高电压，并使控制板上一个指示灯发亮。

保护电路通过計算机的所有各柜。因此在各柜單独工作时(这是在調整工作必須的)須从电源柜上取下供电用的电纜，而用接通保护电路的連接綫代替，把連接綫的插头插入电源柜的插座。

§7. 电压指示器

电压指示器是用来在直流高压超出容許极限时发出信号。这設备按照直流高压的数目由九个双三极管(6H9型)組成。在每个双三极管上接有兩个氖灯，其中一个氖灯当电压超过額定值时发

亮，另一个当电压降低时发亮。此外，还有一个氖灯，它在任何一种电压超出容許极限时发亮。这些氖灯都按置在电源柜的控制板上。电压指示器的三极管对繼电器工作。在必要时可以把繼电器的接点接入总的保护电路中，这样，当任何一种电压超出容許极限时就切断直流高压。

第九章

M-3計算机的結構

§1. 結構和布置

机器的外形示于图40。

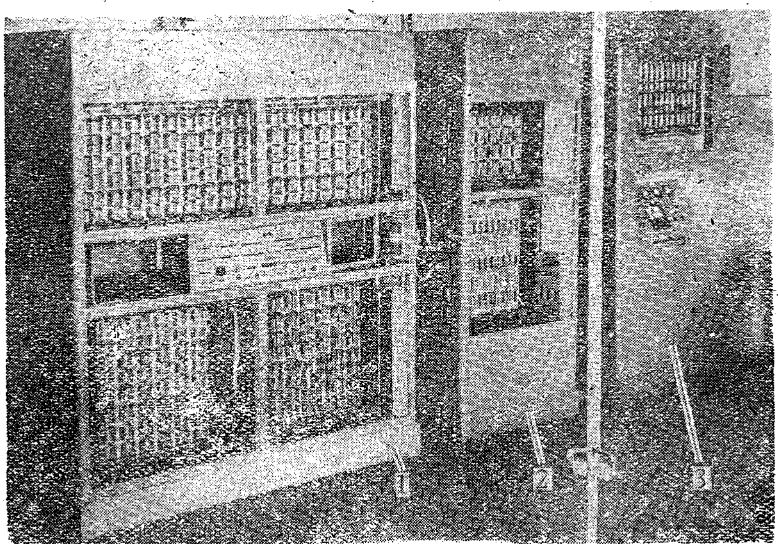


图40. M-3計算机的外形

1——主柜; 2——存貯器柜; 3——电源柜。

在机器的第一柜（即主柜）中裝有：运算器AУ；程序发送器ПД；輸入輸出設备的电子部件ЭУВВ和主控制板。在第二柜（即存貯器柜）中裝有：磁鼓；放大器；存貯控制器УМП。在第三柜（即电源柜）中裝有：整流器；稳压器；开机、关机和保护系統。第四柜（即輸入輸出設备柜）中裝有：发送器和电傳打字机（輸入輸出設备的电子部件除外）。

在柜內各部分和部件的布置示于图41。

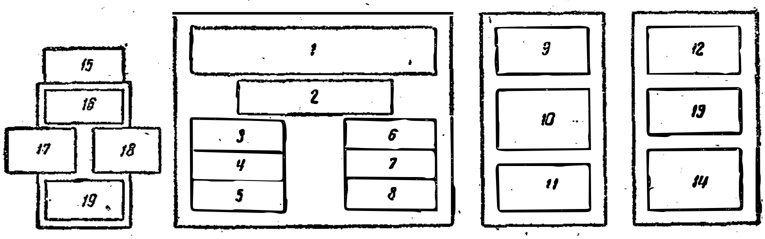


图41 M-3計算机柜內各部分与部件的布置图

1——运算器АУ；2——主控制板；3——操作器БО；4——局部程序发送器МПД；5——輸入輸出設备电子部件ЭУВВ；6——选擇寄存器СР；7——起动寄存器ПР；8——脈冲分配器РИ；9——标誌脈冲計数器СМИ，比較电路与磁存貯控制器УМП；10——写讀放大器；11——磁鼓；12——稳压器；13——电源柜控制板；14——整流器；15——电傳打字机；16——輸入輸出設备柜控制板；17——发送器；18——光电輸入器；19——繼电器及步进选擇器組．

計算机的各部分皆裝于固定在柜架上的硬鋁框內。第一柜內裝三个硬鋁框；第二柜有兩个硬鋁框。每个框上有很多格子，格子上裝标准座板，用来安放可互換的插件。

可互換的插件有三种主要尺寸：双管型的是90×48×120毫米；單管型的是60×48×120毫米；四管型的是208×48×120毫米。电路裝在插件內的四块板上，这些板是标准化的裝配件。插件裝有二十或十四接点的插头，用来与座板相連接。

典型的兩管型插件示于图42。柜內的接綫板間的接綫用焊錫联結。每个柜中都用强制通风来冷却电子管和发散熱量，每柜的上部和第一柜的中部裝有通风机，通风系統是开放式的，空气从每个柜的下部經有网眼的窗抽引上来，通过很多电子管后，由通风机將它排到机外。

电傳打字机、发送器、光电輸入器和所需的繼电器电路一起裝在可移动的架子上，架子用裝有接头的电纜与主柜連接。

裝有整流器、稳压器、自动开机和关机电路、連鎖裝置和保險絲的电源柜，可以放在距其它柜較远的地方。裝有三相異步电动机，交流发电机和直流发电机的电源机組可放到另外的地方。

所有部件都遮以可装卸的护板。为了可以观察运算器 AY 中寄存器的氖指示灯，它的护板用透明材料做成。

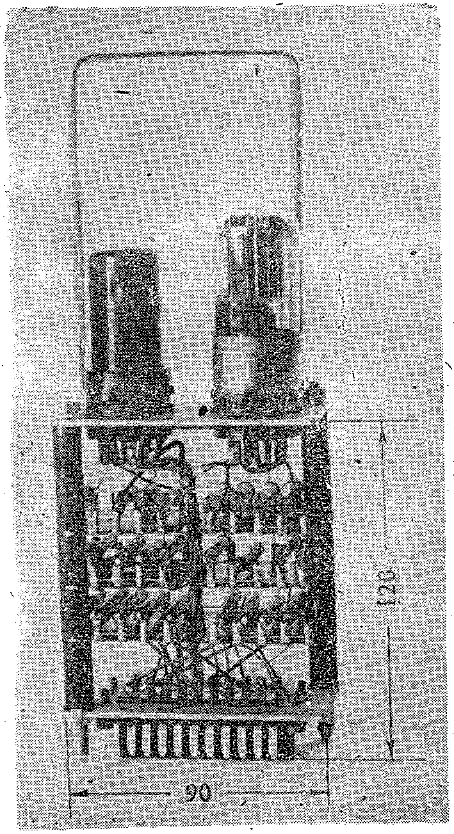


图 42　兩管型插件

§2. 控制器件

主控制板装在主柜中心窪处的傾斜板上。如图 43 所示。板上集中了在机器正常工作时的控制器件：

1. 起动計算机的按鈕和与这按鈕并联的塞孔。

2. 置 C 寄存器、起动寄存器 ΠP、选擇寄存器 CP 和脈冲分配計数触发器于“0”(清除)的按鈕。

3. “自动-步分”开关。

4. “电子輸出—在所需地址上停机”开关。

5. 开关式排碼寄存器和“CP—ΠP”开关，它轉接这开关式寄存器，使与起动寄存器 ΠP 或选擇寄存器 CP 比較。

6. 給出“写数”和“讀数”命令的按鈕。

7. 强制打开 C 寄存器，起动寄存器 ΠP 和选擇寄存器 CP 的触发器門的成套按鈕和“排碼-工作”开关，及給出單脈冲來控制这綫路的按鈕。

8. 接电子輸出示波器的塞孔。

9. 电子輸出的量程开关。

控制板上还有指示出 C 寄存器、起动寄存器 ΠP、选擇寄存器

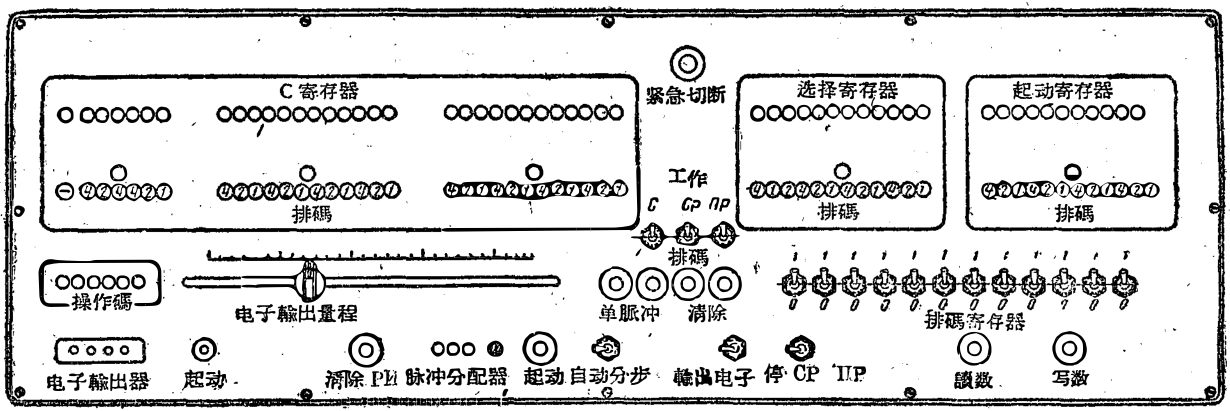

C 寄存器
紧急切断
选择寄存器
起动寄存器
工作
排碼
排碼
排碼
C
CP
ПР
排碼
操作碼
电子輸出量程
单脈冲
清除
排碼寄存器
电子輸出器
起动
清除 PИ
脉冲分配器
起动
自动分步
輸出电子
停
CP
ПР
讀数
写数

图 43 主控制板

CP、操作碼寄存器和脈冲分配計数器中触发器的狀态的氖灯。此外，主控制板上还有电源的紧急切断按鈕。

除这些控制器件外，主柜中还有許多分布在鋁框上的和裝置板上在調整和維护时使用的开关。此外在鋁框上每个触发器的旁边裝有氖灯 MH-6，它显示这触发器的狀态。

在第二柜（存貯器柜）上部左边部分裝一块存貯器的控制板，在調整时能起以下作用：

а）切断发“写数”和“讀数”命令回路以及切断“回答”脈冲回路。

б）发“写数”和“讀数”命令到存貯控制器 УМП；当使用按鈕时，是以單个脈冲形式发出。当利用零脈冲命令时，是以連續脈冲形式发出。

в）当不与主柜連接时，同时試写六位数。为此，控制板上裝有地址和六位数的开关式排碼寄存器。

在柜的左下部放着一块面板，板上裝磁鼓电动机的开关。

輸入輸出設备的人工控制器件集中在輸入輸出設备柜的控制板上，見图 44（同时参看图 34）。輸入輸出設备有下列控制器件：

1. 輸入控制：发送器电动机的开关 B_1；人工来接通和切断輸入的按鈕 Кн-1 和 Кн-2；“8—10”輸入数制开关 B_3；“連續輸入”开关 B_2。

2. 輸出控制：电傳打字机电动机的开关 B_4；人工来起动印刷和停止印刷的按鈕 Кн-3 和 Кн-4；“8—10”輸出数制开关 B_5；“印数后停机”开关 B_7；“印表型式”（4 欄或 5 欄）开关 B_8；使电子輸出器的步进选擇器 ШИ-3 回到原位的“調整电子輸出”按鈕 Кн-5。

3. 計数器和計数器工作方式开关 B_{10}（記輸入輸出和电子輸出的次数）。

电源的控制器件集中在电源柜的控制板上。这板上还有校驗測試用的仪表和信号系統的指示灯。

电源柜的控制板示于图 45。“照明电源”开关用以接通和切断在修理和維护时用的 220 伏 50 赫电源。“輔助电源”开关用以

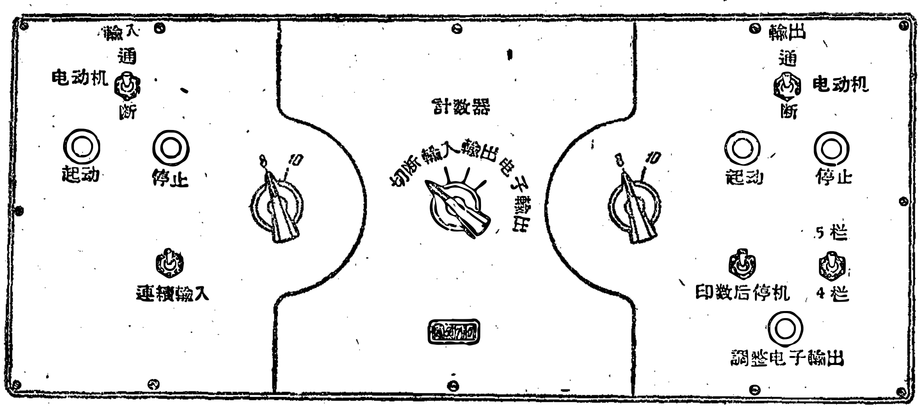
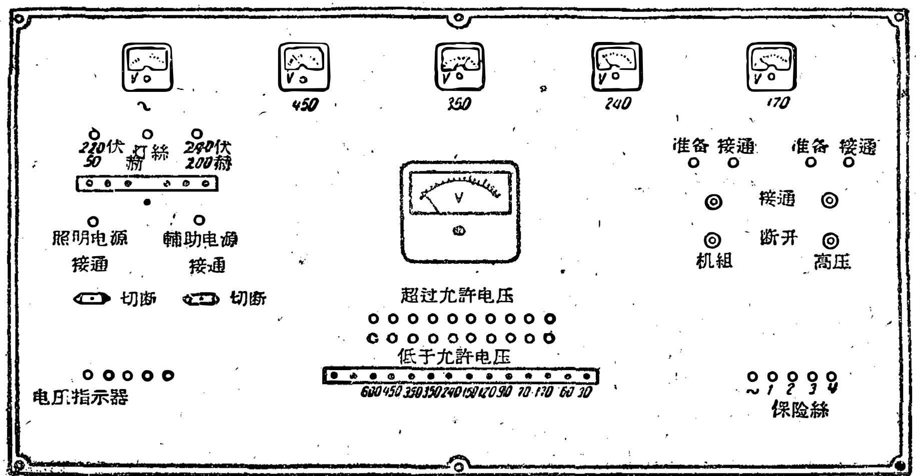


图 44 輸入輸出框控制板



~
450
350
240
170
220伏
灯絲
240伏
照明电源
接通
切断
輔助电源
接通
切断
电压指示器
超过允許电压
低于允許电压
准备 接通
准备 接通
接通
断开
机組
高压
~ 1 2 3 4
保险絲

图 45 电源柜控制板

接通和切断通风机、磁鼓电动机、发电机 ЧС-7 上变阻器用的电动机和控制回路的 220 伏 50 赫电源。控制板上还装有接通和切断发电机組的按鈕，接通和切断直流电压的按鈕，这些按鈕是用来接通与切断整流器、发电机的激磁电压和全机的 240 伏 200 赫的交流电源。板上氖灯位于有关的开关和按鈕旁边，它表示計算机处在那一个接通和切断的阶段。

装于板上的校驗測試仪表由下列几部分組成：实驗室用直流伏特表，用插塞可把这表接到任何要測量的直流电压；交流伏特表，这用插塞接連表来測量 220 伏 50 赫和 240 伏 200 赫的各相电压。此外，在 −170，+240，+350，+450 伏回路中尚接有四个直流伏特表。

控制板上还装有氖指示灯，它們接在灯絲变压器和稳压器电路的直流和交流的保护电路中。当燒了某一个保險絲而自动切断計算机的高压电源时，保护电路的氖灯就亮起来。电压指示器的氖灯也装在板上，它的发亮表示某一个电压超出了允許稳定范圍。如果这个电压变化对机器工作不利，就切断計算机的高压。

第 十 章

M-3計算机的使用

§1. 編碼方式和程序的組成

M-3計算机的指令編碼方式是二地址的。指令碼計有30位，此外尙有一位符号位。指令可以有任意作出的符号，前六位用作操作碼，其余二十四位用作地址碼，所以每一地址佔十二位。指令最好用八进制編碼；联合三个二进制位成为一个八进制位，因此操作碼成为兩个八进制位，每一个地址碼成为四个八进制位。指令用凿孔机打在紙帶上，并以八进制輸进机器。操作碼的表見附录II。图46表示数与指令碼的組成。

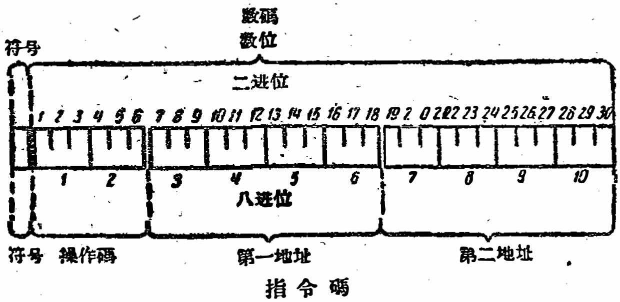


图46 数与指令碼的組成

算术操作与邏輯乘法操作的代碼由下述方法構成：代碼以八进制表示，它的第二个数字表示操作的种类（加、减及其它）；第一个数字表示特征（是否需要把結果送到存貯器等）。編入代碼中数字所表示的意义如下：

代碼的第二个数字是基本特征位：

0——加法

1——减法

·2——除法

·3——乘法

·6——邏輯乘法。

代碼的第一位数字是輔助特征位：

0·——对第一和第二地址的数进行操作，按第二地址把結果写入存貯器 ЗУ。

1·——对第一和第二地址的数进行操作，結果不写入存貯器 ЗУ。

2·——第一地址的数对留在运算器 АУ 中上次运算的結果进行操作；按第二地址把結果写入存貯器 ЗУ。

3·——第一地址的数对留在运算器 АУ 中上次运算的結果进行操作；結果不写入存貯器 ЗУ。

4·——与 0· 相同，不但把結果写入存貯器 ЗУ，并且印出。

5·——与 1· 相同，但对数的模进行操作。

6·——与 2· 相同，不但把結果写入存貯器 ЗУ，并且印出。

7·——与 3· 相同，但对数的模进行操作。

从上述說明中可以看出，虽然編碼系統在形式上是二地址的，也可以执行單地址的操作。

編写程序时首先要以数的形式写出存貯器 ЗУ 中的地址，随后写出存放在这地址中的指令。

程序由以下各項組成：按地址順序而排列的由机器循序执行的指令；原始数据与輔助数据(常数)；用来恢复在解題过程中改变了的指令所必需的指令，即备用指令；存放中間結果的存貯器單元地址。程序用八进制編写。

§2. 簡易例題的程序設計

例 1. 計算多項式

$$F(x)=a_nx^n+a_{n-1}x^{n-1}+\cdots+a_1x+a_0$$

的程序。

为了簡化程序，公式用下式表示：

$$F(x)=\{[(a_nx+a_{n-1})x+a_{n-2}]x+\cdots+a_1\}x+a_0.$$

指令

0000+05 0011 0010	把 a_n 傳送到 0010 号單元，以后的結果总放在这里
0001+13 0100 0010	形成乘积 a_nx
0002+20 0012 0010	a_nx+a_{n-1}
0003+00 0007 0002	在 0002 号指令中改变系数 a_{n-1} 的地址
0004+51 0002 0006	比較数的模，以便确定計算是否已經結束
0005+34 0044 0001	条件轉移，如果計算过程尙未結束，則按 0001 号地址的指令操作，如果多項式已計算完毕，下一步則按 0044 号地址的指令操作
0044+37 0000 0000	停机

輔助数

0006+20 0020 0010		多項式的比較基准
0007+00 0001 0000		改变指令的数
0010	/	放結果的存儲器單元
0011	a_7	多項式的系数，这里 $n=7$
0012	a_6	
0013	a_5	
0014	a_4	
0015	a_3	
0016	a_2	
0017	a_1	
0020	a_0	
0100	x	变数

計算任意項多項式的程序与上述沒有什么差異；只需修改放多項式的比較基准的 0006 号地址的指令和系数所佔的單元数目。

例 2. 求平方根 $x=\sqrt{a}$ 的程序。

采用逐次逼近法来求一数的平方根公式：

$$x_n=0.5\left(\frac{a}{x_{n-1}}+x_{n-1}\right),$$

其中 n 是近似值的次数。

指令

0000+05 0014 0007	得到第零次近似值
0001+12 0007 0010	$\frac{a}{x_n}$，結果不記入存貯器
0002+31 0007 7777	$\frac{a}{x_n}-x_n$，結果不記入存貯器
0003+23 0011 0012	$0.5\left(\frac{a}{x_n}-x_n\right)$
0004+20 0007 0007	$0.5\left(\frac{a}{x_n}-x_n\right)+x_n$，得到新的近似值
0005+51 0013 0012	修正值与 ε 相比較以控制近似值的精确度
0006+34 0033 0001	

0033+37 0000 0000		停机
輔助数		
0007	x_n	
0010	a	
0011+40 0000 0000		+0.5
0012		存放中間結果的存貯器單元
0013	ε	精确度的数值
0014	x_0	零次近似值

§3. 数据的准备和紙帶鑿孔

紙帶（見图36）在專用凿孔机上凿孔，机上有十进数的按鈕和"$C_2 \to CP$"、"写数"、"数組結束"等輔助按鈕。

以八进制輸入的程序与数按照以前所述的程序形式編写。帶上在放指令或数的存貯單元地址符号后面凿"$C_2 \to CP$"的符号，輸入时可使地址能从C寄存器傳送到选擇寄存器CP。

在指令或和数的后面凿"写数"的符号。假使后面沒有"写数"符号，則这指令或数就写不进存貯器ЗУ。用这种方法可以放过那些凿錯了的代碼。"数組結束"符号放在紙帶末尾，用来自动停止輸入。如果輸入輸出設备柜控制板上的开关放在"步进"的位置，"写数"符号也可以使輸入停止。

以十进制輸入的数据用七位数表示，例如：

$$+0.01079 = +0107900,$$

并按这种編写法在帶上凿孔。这时数的前面不凿地址及"$C_2 \to CP$"符号，数后面要凿写数符号。其余符号按上述方式安排。十进制数的輸入要依靠事先引入的輸入程序。用同样的方法也可以輸入八进制的数。

在解题过程中直接自动輸入数据是利用这种方式的。

§4. 电源的接通与切断

工作开始前，电源柜的輸入端应接入220伏50赫的三相电压，于是电源柜控制板上的"220伏50赫"信号灯就发亮（見图45）。然后接通"照明电源"盒式开关，这时有关的指示灯就发亮；然后接

通“輔助电源”开关，220 伏、30 伏及 60 伏 50 赫的电压就送到机器的輔助电路；在控制板上的“輔助电源”指示灯就发亮。这时如果发电机組的起动变阻器是放在开始的位置，指示灯“机組准备”就发亮。表示电动机組已有接上电源的准备。如果这时起动变阻器是放在中間的位置，变阻器的电动机就开始轉动，在 240 伏 200 赫的发电机的激磁繞組回路中加进电阻。只有在电阻全部接入，終端开关把变阻器电动机停止时，指示灯“机組准备”才发亮。

假使 200 赫发电机的激磁电路沒有准备就緒，指示灯不亮，特殊的連鎖裝置使发电机組不能开动。

发电机組用机組的“接通”按鈕来开动。按这按鈕后，經磁力起动器来接通机組的異步电动机和 200 赫发电机激磁电路中变阻器电动机，在 2—3 分鐘內逐步降完变阻器的电阻，“机組准备”的指示灯就熄灭，点亮“机組接通”指示灯。所有灯絲变压器都直接接入 240 伏 200 赫电压。因此，灯絲电压在 2—3 分鐘之內逐步由零增加到 6.3 伏。控制板上的“240 伏 200 赫”和“灯絲”指示灯到这时也发亮。起动变阻器剛降完，終端开关就通过繼电器把变阻器电动机停止，又接通用来防止在以后的 2—3 分鐘內接通高压时間繼电器。过了这段时間以后，时間繼电器动作，允許接通高压的“高压准备”指示灯发亮，高压由“接通高压”按鈕来接通。这时磁力起动器动作，先把 -170 伏电压接到机器，随卽把全部电压接通，熄灭“高压准备”指示灯，点亮“高压接通”指示灯。接通过程到此結束。

有了自动連鎖裝置就不允許改变接通的次序，按下按鈕的次序发生錯誤时，机器不能接通。同样，如果电源电纜与任务柜上的接头沒有接好，机器也不能接通。

切断电源按相反的次序进行。按下“高压断开”按鈕后，磁力起动器把整流器的供电电路切断，因此机器中全部的直流电压都被切断，“高压接通”指示灯熄灭，点亮“高压准备”指示灯。停机組必須按“机組断开”按鈕。这时異步电动机磁力起动器的供电电路被切断，电动机停止运轉，同时饋电給变阻器电动机，电阻就开始升高，为下一次起动 200 赫发电机的激磁电路作好准备；240 伏 200

赫、“机組接通”和“灯絲”等指示灯随而熄灭。只要激磁电阻剛升高完毕，終端开关就把变阻器的电动机断开，接通“机組准备”指示灯。此后必須切断“輔助电源”与“照明电源”的开关，相应的指示灯也就熄灭。要將机器完全与电网断开，必須切断 220 伏 50 赫电压（用計算机外的盒式开关或閘刀开关来切断）。

进行修理时，可使用 220 伏 50 赫的市电。接通“照明电源”开关后，配置在机柜中几个插座上就有 220 伏和 12 伏 50 赫的电压。“照明电源”开关的接通和切断与机器的其它电路无关。

§5. 程序和原始数据的輸入

数据的輸入在輸入輸出柜的控制板上控制，輸入之前必須檢查其它控制板上的开关是否放在所需的位置。

在主控制板上（見图 43）“排碼-工作”开关应放在“工作”位置，“自动-分步”开关应放在“分步”的位置。

在第二柜的控制板上“讀数”和“写数”开关应放在“切断”的位置。“讀数命令”、“写数命令”和“MП 的回答”开关应放在“接通”的位置。

把穿孔帶放入发送器的接收机構內，并用輸入輸出設备柜控制板上的开关接通发送器的电动机。按下“起动”按鈕后根据“連續輸入”开关 B_2（見图 34）的位置，或者輸入一个代碼后就停止傳送紙帶，或者輸入一組代碼直到紙帶凿有“数組結束”符号的位置时停止傳送。因为只对八进制数可以用人工輸入，所以“輸入数制”开关 B_3（見图 34）放在“8”的位置。輸入数据的数量可以从控制板上机电計数器的讀数知道；所以計数器的开关 B_{10} 应轉到“輸入”的位置。

用程序輸入时只需放入紙帶，接通发送器的电动机，置“輸入数制”开关 B_3 在需要的位置就可以了。“連續輸入”开关 B_3 应放在“連續”的位置。其它操作均自动进行。

§6. 执行計算和輸出結果

在开始計算之前，必須檢查机器各控制板上的开关是否放在所需的位置。

此外，如果題目中規定要印出結果，则在輸入輸出設备柜的控制板上应当接通电傳打字机的电动机，放輸出数制开关 B_5（見图34）在与輸出数的数制相适应的位置。

如果同时要把輸出的結果凿在紙帶上，用电动打字机机盖下面的扳杆接入电傳打字机的凿孔器。

"印表型式"开关 B_6(見图 34)使印出的結果排成4欄或5欄。使用机电計数器开关 B_{10}，可以使机电計数器記录輸出結果的次数。

如果題目中規定要自动輸入补充数据，則应当接通发送器的电动机，放入穿孔帶，并把"輸入数制"开关 B_3 放到所需的位置。

用主控制板上起动寄存器 ПР 的排碼按鈕可把程序第一条指令的地址放入起动寄存器 ПР。預先用"清除 ПР"按鈕清除起动寄存器，用排碼按鈕編排所需的地址(按下数字为1的按鈕)，放起动寄存器 ПР 的"排碼-工作"开关在"排碼"的位置，然后按"單脈冲"按鈕；所需的地址就傳送到起动寄存器 ПР。扳起动寄存器 ПР 的"排碼-工作"开关回到"工作"的位置。

在这以后，用"清除 РИ"按鈕清除控制板上由三个氖灯組成的脈冲分配器 РИ 节拍計数器，放"自动-分步"开关到"自动"的位置，按"起动"按鈕后，机器就开始計算。如果不靠程序来停止計算，可將这开关放到"分步"的位置。

主柜控制板上的"紧急切断"按鈕是用来当計算机发生事故时切断电源。

§7. 工作中檢查

"分步"檢查程序　分步檢查程序时，按下"起动"按鈕（見图43)，脈冲分配器 РИ 操作几拍之后就停机。此时"自动-分步"开

关应放在“分步”的位置。执行一个指令要做二到三步（按操作而定）。因此，可以用手的控制来审查机器怎样执行程序中要檢查的部分。

为了便于审查，把运算器 AУ 中的 C 寄存器和程序发送器 ГЦ 中的选择寄存器 CP 起动寄存器 ПР 和操作碼寄存器的氖指示灯接到控制板上。要观察运算器 AУ 中其余寄存器的工作情况，可以透过遮盖在这些寄存器上的透明护板而观察寄存器的氖指示灯。

在所需的地址上停机　为了要檢查程序中某地址的內容，可使在执行某地址的指令时停机。事前应把所需的地址排在主控制板的开关式寄存器內，并把“ЭВ—停止”开关（見图 43）放在“停止”的位置。起动計算机后只要在起动寄存器 ПР 或选择寄存器 CP 中（根据“ПР—CP”开关的位置而定）一出現所需的地址，計算就馬上停止。

当开关放在“ПР”位置时，因为在起动寄存器 ПР 中只存放要执行的指令的地址，所以机器就在执行完成我們所需的指令时停止。如果开关放在“CP”的位置，就可以用来檢查我們所需的中間結果，或其它的数或指令。

在所需的地址停机，这对檢查多而复杂的程序有很大的方便。

示波器輸出結果　利用电子輸出器可以不耗費时間来輸出所需中間結果以供檢查。在示波器的幕上可以估計出数的范圍，或者簡單的可以对形成的結果有一目了然的概念。为此，用主控制板上的塞孔把示波器与計算机接通，在开关式寄存器中放需要輸出的地址；“ЭВ—停止”开关（見图 43）扳到“ЭВ”的位置，“CP—ПР”开关扳到 CP 位置。結果就显示在示波器的幕上。

輸出的数沿幕的縱軸偏轉，每輸出一次，射綫沿横軸方向移动一个不大的距离。輸出五十二次以后，射綫沿横軸回到原来位置。因此，五十二个結果就以相应的曲綫的形式呈現在幕上。

为了便于观察，示波管应具有大的余輝（例如，ЛО-736 型管）。在需要时可以將图形攝影下来。

由于示波器上只能引出三十个数位中的5位，所以要用主控制板上"电子輸出量程"的滑片把电子輸出示波器与C寄存器的任何一部分接通，以便显示所需的量程。

从存貯器提取数或指令　用按鈕和选擇寄存器CP的"排碼-工作"开关(見图43)，就可以在选擇寄存器CP內放置要提取的数或指令的地址，按主控制板上的"讀数"按鈕时，就把数提取到C寄存器。这时"自动-分步"开关应放在"分步"的位置。

C寄存器的排碼按鈕可以用来修正所提取的数。为达到这点，在那些需要改正的位数上按下排碼按鈕，把C寄存器的"排碼-工作"轉換开关扳在"排碼"的位置，幷按下"單脈冲"按鈕。

在必要时可用"清除C"按鈕先清除C寄存器，再用排碼按鈕編排数碼。

要写入已修正的数，可按下主控制板上的"写数"按鈕。这数所写入的地址是按照选擇寄存器CP中的地址。

附 录 I 主要技术特性

数的表示方式	定点.
数的允許范圍	从+1到-1之間.
二进位的位数	30位(不包括符号)相当9位十进位数.
运算器	并联型.
内存貯器	并联取数,磁鼓的容量为2048个数[1].
平均計算速度	每秒30次[2].
編碼方式	二地址. 6位二进制位組成操作碼, 2組各12位二进制位組成存貯器的地址碼.
执行的操作	加、減、乘、除、邏輯乘法(抽数),把数字从存貯器某一單元傳送到另一單元,无条件轉移,条件轉移(根据前一次結果的符号),穿孔帶輸入,輸出結果,停机.
輸入設备	用穿孔帶輸入的发送器,速度为每分鐘30个数,用穿孔帶光电輸入器,速度为每分鐘1200个数. 原始数据可以用十进制(二进制編碼形式)輸入,也可用八进制.
輸出設备	电傳打字机把結果印出和凿孔在紙帶上,速度为每分鐘30个字. 結果用十进制或八进制印出. 电子輸出示波器把輸出的結果用图形显示在幕上,速度不受限制.

計算机各部分中的电子管数目如下表所示.

	6H8C	6Ж4	其它	总数
运算器寄存器	185	92	30	307
中央控制器(脈冲分配器РИ)	11	5	6	22
程序寄存器(起动寄存器ПР,选擇寄存器СР,操作器БО)	68	41	—	109
局部控制器(局部程序发送器МПД,輸入輸出設备УВВ)	71	23	32	126
存貯器				
a) 控制部分	46	23	5	74
б) 放大部分	31	31	31	93
电源系統	—	—	43	43
总 計	412	215	147	774

---

1) 裝上与第二柜一样的第二个存貯器柜后,存貯容量可以增加到4096个数. 因而增加的电子管并不多. 如加上快速存貯器后,估計計算机的平均速度可以提高到每秒1500—2000次.

2) 改变磁鼓上地址的跟蹤次序,速度可以提高到每秒45次.

計算机由 50 赫的三相交流市电供电。消耗功率 10 瓩。电压的許可起伏为 +5%——15%。

計算机各部分的佔地面积：

第一柜(运算器及控制器)	1.1 米^2
第二柜(存貯器)	0.7 米^2
第三柜(电源)	0.9 米^2
第四柜(輸入輸出設备)	0.6 米^2

維护机器需要工程师及技术員各一人。

附录 II　M-3 計算机的操作碼

代　碼	表示符号	說　　明
00	+	第一地址的数加上第二地址的数，結果按第二地址写入存貯器 3У.
10	+,	第一地址的数加上第二地址的数，但結果不写入存貯器 3У.
20	↓+	上次运算的結果加上第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器 3У.
30	↓+,	上次运算的結果加上第一地址的数，但結果不写入存貯器 3У.
40	+П	第一地址的数加上第二地址的数，結果按第二地址写入存貯器 3У，并印出.
50	|+|,	第二地址的模数加上第一地址的模数，但結果不写入存貯器 3У.
60	↓+П	上次运算的結果加上第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器 3У，并印出.
70	↓|+|,	上次运算結果的模数加上第一地址的模数，但結果不写入存貯器 3У.
01	—	第二地址的数減去第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器 3У.
11	—,	第二地址的数減去第一地址的数，但結果不写入存貯器 3У.
21	↓—	上次运算的結果減去第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器 3У.
31	↓—,	上次运算的結果減去第一地址的数，但結果不写入存貯器 3У.
41	—П	第二地址的数減去第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器 3У，并印出.

代 碼	表示符号	説 明
51	|—|,	第二地址的模数减去第一地址的模数，但结果不写入存貯器3У.
61	↓—П	上次运算的結果减去第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器3У，并印出.
71	↓|—|,	上次运算的結果的模数减去第一地址的模数，但結果不写入存貯器3У.
02	:	第二地址的数被第一地址的数除，結果按第二地址写入存貯器3У.
12	:,	第二地址的数被第一地址的数除，但結果不写入存貯器3У.
22	↓:	上次运算的結果被第一地址的数除，結果按第二地址写入存貯器3У.
32	↓:,	上次运算的結果被第一地址的数除，但結果不写入存貯器3У.
42	:П	第二地址的数被第一地址的数除，結果按第二地址写入存貯器3У，并印出.
52	|:|,	第二地址的模数被第一地址的模数除，但結果不写入存貯器3У.
62	↓:П	上次运算的結果被第一地址的数除，結果按第二地址写入存貯器3У，并印出.
72	↓|:|	上次运算的結果的模数被第一地址的模数除，但結果不写入存貯器3У.
03	×	第二地址的数乘以第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器3У.
13	×,	第二地址的数乘以第一地址的数，但結果不写入存貯器3У.
23	↓×	上次运算的結果乘以第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器3У.
33	↓×,	上次运算的結果乘以第一地址的数，結果不写入存貯器3У.
43	×П	第二地址的数乘以第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器3У，并印出.
53	|×|,	第二地址的模数乘以第一地址的模数，但結果不写入存貯器3У.
63	↓×П	上次运算的結果乘以第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器3У，并印出.
73	↓|×|,	上次运算的結果的模数乘以第一地址的模数，但結果不写入存貯器3У.

代碼	表示符号	説明
06	∧[1]	第二地址的数按邏輯乘以第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器ЗУ.
16	∧,	第二地址的数按邏輯乘以第一地址的数，但結果不写入存貯器ЗУ.
26	↓∧	上次运算的結果按邏輯乘以第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器ЗУ.
36	↓∧,	上次运算的結果按邏輯乘以第一地址的数，但結果不写入存貯器ЗУ.
46	∧П	第二地址的数按邏輯乘以第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器ЗУ，并印出.
56	$\lvert\wedge\rvert$,	第二地址的模数按邏輯乘以第一地址的模数，但結果不写入存貯器ЗУ.
66	↓∧П	上次运算的結果按邏輯乘以第一地址的数，結果按第二地址写入存貯器ЗУ，并印出.
76	↓$\lvert\wedge\rvert$,	上次运算結果的模数邏輯乘以第一地址的模数，但結果不写入存貯器ЗУ.
07;27	Вв	数的輸入.穿孔帶上的数写入第二地址，不保存在寄存器中.
05;15	Пч	第一地址的数傳送到第二地址，并保存在运算器АУ中.
45;55	ПчП	第一地址的数傳送到第二地址，并印出，但不保存在运算器АУ中.
24	ПУ	无条件轉移，下一指令按第一地址选取，上次运算的結果按第二地址写入存貯器ЗУ，并保存在运算器АУ中.
64	Пуп	无条件轉移，下一指令按第一地址选取，上次运算的結果按第二地址写入存貯器ЗУ，并保存在运算器АУ中和印出.
74	ПУ	无条件轉移，下一指令按第二地址选取，上次运算結果的模数保存在АУ中.
34	УП	条件轉移，如果上次运算結果的符号为"+"，按第二地址选取下一指令；如果上次运算結果为"-"；則按第一地址选取下一指令.
04 14 44 54 17 37 57 77	停机	停机.执行不同代碼后，在运算器АУ的寄存器、起动寄存器ПР和选擇寄存器СГ中保存的数碼，不尽相同.

1) 邏輯乘法是由下列关系决定的按位操作:

$$0\times0=0 \qquad 0\times1=0$$
$$1\times0=0 \qquad 1\times1=1$$